

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“Metodología de Automatización de un sistema de  
descarga/carga de combustible buque/tanque  
mediante control por SCADA – Aplicación en el  
puerto de Ilo”**



TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

DURAND SAL Y ROSAS, RENZO DAVID.

LIMA – PERÚ

2015

Con formato: Espacio Después: 11.5 pto

Con formato: Espacio Después: 7.65 pto

Con formato: Espacio Después: 11.5 pto

Con formato: 1|Autor, Izquierda, Espacio Después: 0 pto,  
Control de líneas viudas y huérfanas, Ajustar espacio entre  
texto latino y asiático

Con formato: Espacio Después: 6.4 pto

# ÍNDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 3  |
| 1.1. Tematización .....   | 3  |
| 1.2. Problematización.....  | 4  |
| 1.3. Objetivos .....  | 5  |
| 1.4. Importancia .....  | 6  |
| 2. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....                                  | 8  |
| 2.1. Antecedentes .....   | 8  |
| 2.2. Normas y estándares recomendados y aplicables .....            | 10 |
| 3. CAPÍTULO II: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....                        | 15 |
| 3.1. Circuito Buque – Tanque (Recepción).....                       | 15 |
| 3.2. Circuito Tanque – Buque (Devolución).....                      | 16 |
| 3.3. Sistema de buque a tanque / tanque a buque.....                | 17 |
| 3.4. Filosofía de control .....                                     | 18 |
| 3.5. Matriz Causa – Efecto.....                                     | 37 |
| 3.6. Lazos de control del sistema .....                             | 38 |
| 3.7. Protocolos de comunicación y parametrización de señales .....  | 39 |
| 3.8. Comunicación de Planta.....                                    | 40 |
| 3.9. Comunicación de Campo.....                                     | 41 |
| 3.10. Comunicación de Proceso.....                                  | 41 |
| 3.11. Arquitectura de control .....                                 | 41 |
| 3.12. Subsistemas de aterramiento y fuerza.....                     | 43 |
| 3.13. Características generales de los componentes del sistema..... | 48 |
| 3.14. Pantallas del sistema SCADA.....                              | 49 |
| 4. CAPÍTULO III: ANÁLISIS ECONÓMICO.....                            | 55 |
| 4.1. Presupuesto del proyecto.....                                  | 55 |
| 4.2. CAPEX y OPEX .....   | 60 |
| 5. CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                | 61 |
| 5.1. Conclusiones .....   | 61 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2. Recomendaciones.....  | 62  |
| 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 65  |
| 7. ANEXOS.....   | 69  |
| 7.1. Anexo A: Diagramas de Tuberías e Instrumentación .....                              | 70  |
| 7.2. Anexo B: Matriz Causa – Efecto. ....  | 73  |
| 7.3. Anexo C: Lazos de control.....  | 79  |
| 7.4. Anexo D: Arquitectura de control del sistema de descarga/carga de combustible. .... | 96  |
| 7.5. Anexo E: Generalidades eléctricas del sistema.....                                  | 97  |
| 7.6. Anexo F: Especificación de Instrumentación. ....                                    | 102 |

# 1. INTRODUCCIÓN

La metodología de automatización de un sistema de descarga/carga combustible buque/tanque mediante control por SCADA presenta la ingeniería conceptual básica para el desarrollo del sistema, incluye lineamientos generales, normas, restricciones y se mencionan algunas recomendaciones aprendidas en el desarrollo de esta aplicación en el puerto de Ilo. Se presentan formas generales de estructurar esta aplicación y en el caso de ser requerido cambiar el tipo de combustible (tener en cuenta las propiedades físico y químicas del material como viscosidad, densidad, entre otras), también se puede cambiar la ubicación geográfica (tener en cuenta la altura de instalación para los motores y accionamientos electrónicos, así como consideraciones de pintura, entre otros); sin embargo, la idea que se presenta es mantener una estructura de lectura de información y escritura de órdenes para gobernar este sistema vía SCADA, sea indistintamente el tipo de combustible a utilizar o locación a instalar, principalmente utilizando los conceptos de control & instrumentación para especificación de instrumentos y respaldo de manuales de fabricantes, así como aplicaciones de comunicaciones industriales e integración de sistemas.

## 1.1 Tematización

El combustible Diesel B5<sup>1</sup> es un recurso energético limitado, por eso debe administrarse y almacenarse correctamente para conservar la disponibilidad del mismo, así como optimizar el uso de sistemas de descarga para evitar cualquier pérdida producida por operación manual.

---

<sup>1</sup> PETROPERU [Internet]. Petróleos del Perú S. A. [actualizado 22 Ene 2014; citado 13 Ene 2014]. Diesel Ultra (DIESEL B5 S-50 PETROPERÚ); [01 pantalla]. Disponible en: <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/Main.asp?Seccion=444>

La automatización de un sistema de descarga de combustible implica reemplazar válvulas mecánicas por automáticas, monitoreo de parámetros del proceso entre las variables de presión, temperatura, flujo y nivel; concentrando las señales y control en un sistema SCADA<sup>2</sup>. Esto permite reducir las probables fallas por mala apertura de válvulas en línea, reduce cantidad de personal en campo, y permite crecer tecnológicamente al sistema para ser integrado por un sistema de control distribuido DCS.

En referencia a comunicaciones industriales y protocolos, es necesario en estos tiempos modernizar, volver cada vez más “inteligente” los sistemas, así como reducción de operaciones “con un solo botón” realizar procesos (secuencias completas de programación), el protocolo definido permitirá definir velocidad del bus de campo, velocidad de comunicación entre PLC y módulos del sistema SCADA, así como el medio físico de comunicación entre ellos permitirá contar con ancho de banda, disponibilidad y confiabilidad.

Automatizar un sistema de transporte de combustible por ductos con una longitud de 2.5 km. Cuyo diámetro de tubería será de 14”. Ubicado desde la plataforma del muelle (punto inicial para la descarga/punto final de carga) hasta la boquilla de conexión de ingreso a tanques (punto final de descarga/punto inicial de carga).

## **1.2 Problematicación**

El sistema de descarga/carga de combustible buque/tanque es un aspecto esencial en el Sistema de Almacenamiento de Combustible en plantas que cuenten con las

---

<sup>2</sup> Antonio Rodríguez Penín. Sistemas SCADA. 2da ed. MARCOMBO, Editoriales. MARCOMBO S. A. (Barcelona, España): Ediciones Técnicas 2007

facilidades de un puerto (acceso marítimo o lacustre) y tanques de almacenamiento. Por eso es necesario automatizar el sistema de manera tal que optimice los procesos (a soluciones de un solo botón), con el consiguiente ahorro de tiempo (al monitorear el proceso a través de un SCADA permite conocer en tiempo real el estado de avance), recursos económicos (debido a que en estaciones portuarias el buque aparcado si permanece sin bombear producto por fallas de la instalación puede pagar por día en retrasos el valor de US\$ 46,000.00 aproximadamente), recursos humanos (al no requerir personal en campo para apertura y/o verificar apertura/cierre de cada válvula, lectura de flujo, presión, temperatura en tubería antes, durante y después del proceso. La tarea completa puede ser realizada con un operador en campo y un operador en Sala de Control), y permite identificar fallas para fácil detección de problemas a través del monitoreo SCADA.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar una metodología general de automatización de un sistema de descarga/carga de combustible buque/tanque controlado desde una plataforma SCADA.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diseñar los lazos de control del sistema.
- Seleccionar los protocolos de comunicación y realizar la parametrización de señales.
- Diseñar de manera general la arquitectura de control.
- Diseñar los subsistemas de aterramiento y fuerza.

- Especificar las características generales de los componentes del sistema.
- Especificar las características generales del sistema SCADA.

## **1.4 Importancia**

Contar con la capacidad de gobernar todo el proceso de descarga o carga de combustible desde una sala de control permite simplificar trabajos de control (practicidad para el operador en realizar el mando), ahorro de tiempo, fácil detección de fallas ya que viene por secuencias fáciles de identificar, junto al significativo ahorro de tiempo en el monitoreo de proceso, de esta forma controlamos el sistema en tiempo real.

Evitar el pago de multas o penalizaciones al buque por demoras en preparación del sistema o mala alineación de válvulas de línea, ya que toda esta secuencia se realiza y monitorea desde el SCADA.

Permite optimizar la cantidad de personal en campo y sala de control, obteniendo un operador en sala y un operador en campo en una camioneta pasando a través de todo el sistema a modo de verificación y dejar de contar con seis operadores en las trampas de recepción, y a lo largo del sistema para monitoreo de parámetros.

Así mismo, como la contribución al desarrollo del país en materia de Sistemas de Recepción de Combustible vía marítima/lacustre. La importancia de contar con un sistema de descarga/carga automatizado permite brindar la solución a diferentes facilidades en locaciones distintas, sin embargo, conservando la modernización del mismo.

En vista de los nuevos proyectos como el NODO Energético del Sur, esta es la solución tomada en la Central Térmica de Ilo la cual cuenta con su propio puerto, y es la solución que debería ser adoptada en la zona de Mollendo.



# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 2.1 Antecedentes

En Perú, contamos con sistemas de descarga básicos sin control por etapas ni monitoreo permanente integrados en un sistema de control, tales como los implementados por Consorcio Terminales de Petroperú en Mollendo y costa sur del país, donde constan de una tubería con dos válvulas en toda la línea, la primera en la entrada del tanque y la segunda en la conexión al buque, estos ascienden a la suma alrededor de US\$ 600 Mil.

Seguido a esto, en la Refinería Talara<sup>3</sup> de Petroperú en la Bahía de Talara el Muelle de Carga Líquida se ha implementado un sistema de descarga de combustible controlado y administrado por SCADA realizando una inversión alrededor de US\$ 1.5 Millones en el año 2,006.

El último hasta la fecha, implementado y puesto en operación el 2013 se encuentra la Plataforma del Muelle de la Central Térmica Ilo 21 de EnerSur GDF Suez para la Reserva Fría de Generación<sup>4</sup>, el cual es el sistema de descarga/carga buque/tanque más moderno a la fecha en el territorio peruano.

---

<sup>3</sup> PETROPERU [Internet]. Petroleos del Perú S. A. [actualizado 29 Ago 2008; citado 13 Ene 2014]. Petroperú inicia proceso de primera compra de Biodiesel en distintos puntos del país; [01 pantalla]. Disponible en: <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/Main.asp?Seccion=3&IdItem=40>

<sup>4</sup> ENERSUR GDF SUEZ [Internet]. ENERSUR GDF SUEZ [actualizado 20 Jun 2013; citado 13 Ene 2014]. Central Reserva Fría de Generación en Ilo de EnerSur entra en operación comercial; [01 pantalla]. Disponible en: [http://www.enersur.com.pe/noticia\\_20062013.html#](http://www.enersur.com.pe/noticia_20062013.html#)

Entre otros países que cuentan con sistemas de descarga de combustible, denominados “Oil Terminal” se encuentra: Panamá, Georgia, Italia, Tunisia, Rusia, Sudán, Senegal, Reino Unido, Irán, Emiratos Árabes, etc.<sup>5</sup>

En Argentina, el “Complejo portuario de la Refinería San Lorenzo S. A.”: Refinería San Lorenzo S. A. (REFISAN) muelles 1, 2 y 3 (Ex. Y.P.F. (Yacimientos Petrolíferos Fiscales)): ubicado en la ruta provincial N°11 Km. 331 - 2200 San Lorenzo - Provincia de Santa Fe; este puerto comercial de uso privado es propiedad de REFISAN (Refinería San Lorenzo) y se compone de tres atracadores servidos por cañerías para permitir la carga y descarga de crudo y combustibles con origen o destino a la refinería, ubicado en el Km. 446.8 del río Paraná. Es apto para la carga y descarga de petróleo y derivados, pudiendo operar tres buques simultáneamente.<sup>6</sup>

En Chile, el “Puerto energético de Puerto Ventanas S. A. (www.puertoventansasa.cl)”: Puerto Ventanas tiene un muelle piloteado de 1.300 metros de largo, con dos grúas level-luffing y tres sistemas de transporte vía cintas, y un sistema de piping para carga y descarga de diferentes combustibles y carga a granel. Ubicado en: Puerto Camino Costero s/n, Ventanas, Puchuncaví

---

<sup>5</sup> FleetMon [Internet]. FleetMon: Tracking the Seven Seas [actualizado 06 Jun 2014; citado 06 Jun 2014]. Oil Terminal Port; [01 pantalla]. Disponible en: <http://www.fleetmon.com/es/vessels?s=oil%20terminal>

<sup>6</sup> Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto General San Martín [Internet]. Petroleras Y Derivados Del Complejo Portuario [actualizado 23 Mar 2006; citado 06 Jul 2014]. Refinería San Lorenzo S.A. (REFISAN) muelles 1, 2 Y 3 (Ex Y.P.F); [01 pantalla]. Disponible en: [http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos\\_fluviales/pto\\_san\\_lorenzo](http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_fluviales/pto_san_lorenzo)

Región de Valparaíso, Chile. Cuentan con capacidad de almacenamiento en el Terminal de Combustibles Marinos de hasta 100,000.00 TN.<sup>7</sup>

En Panamá, el “Muelle de Transferencia de combustible para Barcos “Melones Oil Terminal””: Con un puente de acceso de 127 m de largo y un frente de atraque o cabezo en forma “T” de 345 m de largo. Conformando un viaducto que conecta isla melones (área de tanques de combustible) y el frente de atraque de embarcaciones, cuenta con 77 pilotes en ambas configuraciones (vertical e inclinados), encontrándose anclados a roca mediante sistemas de anclaje. El propósito de este muelle es realizar la transferencia de hidrocarburos en embarcaciones tanqueras y barcazas.<sup>8</sup>

Actualmente se sigue invirtiendo en este tema en el territorio peruano con la “Nueva Reserva Fría – Mollendo” la cual deberá contar con un similar sistema de control.

## **2.2 Normas y estándares recomendados y aplicables**

Las normas y estándares utilizados en el desarrollo de la metodología de automatización del sistema en la aplicación del puerto de Ilo se dividen por disciplinas, sin embargo en algunas disciplinas se utilizó la misma norma ya que algunas de ellas son válidas para más de un caso.

---

<sup>7</sup> Puerto de Coronel. Puertos energéticos: La infraestructura como soporte de la matriz.[Internet]. 2014 Ene [citado 06 Jul 2014];[aproximado 02 p.]. Disponible en: <http://www.puertodecoronel.cl/index.php/es/ulti-not/131-puertos-energeticos>

<sup>8</sup> Intercostal Marine Inc. [Internet]. República de Panamá: Intercostal Marine, Inc. Corozal Oeste Edificio 335 Ancon. Muelle de Transferencia de combustible para Barcos / Melones Oil Terminal, Inc. [actualizado 24 Jul 2014; citado 24 Jul 2014]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://imi.com.pa/wpes/gallery-item/muelle-de-transferencia-de-combustible-para-barcos-melones-oil-terminal-inc/#7>

Así también, las normas y estándares utilizados se emplearon para los criterios de diseño, normas/restricciones de instalación y consideraciones para funcionamiento.

### **2.1.1 Normas y estándares aplicados en la especialidad de Instrumentación**

- Código Nacional de Electricidad – Utilización [Ministerio de Energía y Minas]
- A. P. I. RP500 “Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2” [API – Standards]
- A. P. I. RP540 “Electrical Installations in Petroleum Processing Plants” [API – Standards]
- IEC 61508 – 1: 2010 “Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 1: General requirements” [IEC – Functional Safety]
- Instrument Society of America S84.01 “Application of Safety Instrumented Systems for the Process Industries” [ISA]
- ANSI/NFPA 70 NEC [NFPA – Codes and Standards]
- IEC 801 “Electromagnetic Compatibility for Industrial Process Measurement and Control Equipment” [IEC –Standards Development]
- IEEE 1100-2005 “Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment” [Standards IEEE – Standard]
- ISO 9001 “Quality Management and Quality Assurance Standards” [ISO – Catalogue TC]
- NEMA “National Electrical Manufacturers Association” [NEMA]
- NFPA 75 “Protection of Electronic Equipment” [NFPA – Codes and Standards]
- IEC “International Electrotechnical Commission” [IEC]

- ISA “Instrument Society of American” [ISA]
- ANSI/ISA-75.01.01-2002 “Flow Equations for Sizing Control Valves” [ISA – Standards Publications]
- ASME VIII Div. 1 “Diseño, Construcción e Inspección de Tanques y Recipientes de Presión” [ASME – Courses – Código Sección VIII div 1 Diseño Construcción]
- API 520 7th Edition “Sizing, Selection and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries – Part I Sizing and Selection” [API – Publications standards and statistics – Standards]
- API 521 4th Edition “Guide for Pressure-Relieving and Depressuring Systems” [API – Publications]

### **2.1.2 Normas y estándares aplicados en la especialidad de Control**

- IEC 61131-3 “Programmable Controllers, Part 3, Programming Languages” [IEC – Publication]
- Recomendación para fibra óptica monomodo UIT-T G.652 [ITU – REC]

### **2.1.3 Normas y estándares aplicados en la especialidad de Electricidad**

- Código Nacional de Electricidad – Utilización [Ministerio de Energía y Minas]
- Código Nacional de Electricidad – Suministro [Ministerio de Energía y Minas]
- NFPA 70 “National Electrical Code (N. E. C.)” [NFPA – Codes and Standards]
- NEMA “National Electrical Manufacturers Association” [NEMA]

- IEC “International Electrotechnical Commission” [IEC]
- NFPA 70E “Standard for Electrical Safety in the Workplace” [NFPA – Codes and Standards]
- A. P. I. RP500 “Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2” [API – Standards]
- A. P. I. RP540 “Electrical Installations in Petroleum Processing Plants” [API – Standards]
- IEEE 1100-2005 “Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment” [Standards IEEE – Standard]
- IEEE 80-2000 “Guide for safety in AC substation grounding” [Standards IEEE – Standard]
- IEEE 81-1983 “Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System” [Standards IEEE – Standard]
- IEEE 142-2007 “Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems” [Standards IEEE – Standard]

#### **2.1.4 Normas y estándares aplicados en la especialidad de Mecánica**

- API 521 4th Edition “Guide for Pressure-Relieving and Depressuring Systems” [API – Publications]
- ASME VIII Div. 1 “Diseño, Construcción e Inspección de Tanques y Recipientes de Presión” [ASME – Courses – Código Sección VIII div 1 Diseño Construcción]
- API 520 Seventh Edition “Sizing, Selection and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries – Part I Sizing and Selection” [API – Publications standards and statistics – Standards]



## CAPÍTULO II: INGENIERÍA DEL PROYECTO

La primera etapa consiste en la descripción básica del sistema, viendo a modo de circuito primario.

La segunda etapa consiste en la descripción general del sistema buque – tanque, objeto de la presente tesis.

### 3.1 Circuito Buque – Tanque (Recepción)

A continuación en la Figura # 01 se visualiza el esquema primario del circuito Buque – Tanque, y a continuación se describe los elementos generales representados en el dibujo:

- Elementos en el buque: Bomba de diésel.
- Elementos en el muelle/trayecto/litoral: una válvula de apertura que permita salir al diésel del buque y una válvula de cierre que controla el ingreso de diésel al tanque.
- Elemento en litoral: tanque de almacenamiento.

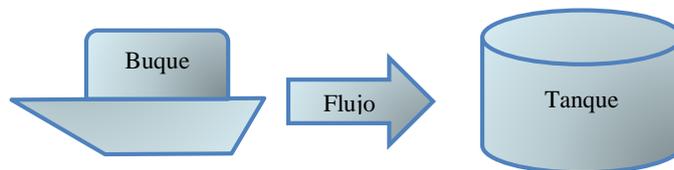


Figura # 01: Circuito básico buque – tanque.

Fuente: Propia

Con formato: Espacio Antes: Automático, Después: Automático

Con formato: Espacio Después: 8.25 pto

Con formato: Espacio Después: 8.25 pto

### Leyenda de la Figura #01:

**Buque:** sistema de bombeo ubicado en el interior del tanque.

**Flecha:** sentido del flujo de buque (plataforma) a tanque (litoral).

**Tanque:** almacenador/receptor ubicado en litoral para el combustible bombeado desde el buque y transportado por una tubería.

### 3.2 Circuito Tanque – Buque (Devolución)

A continuación en la Figura # 02 se visualiza el esquema primario del circuito Tanque – Buque, a continuación se describe los elementos generales representados en el dibujo:

- **Elementos en litoral:** Bomba de devolución succionadora del diésel existente en el tanque de almacenamiento.
- **Elementos en el muelle/trayecto/litoral:** una válvula de apertura que permita salir al diésel de la bomba de devolución y una válvula de cierre que controla el ingreso de diésel al buque.
- **Elementos en muelle:** tanque de almacenamiento del buque.

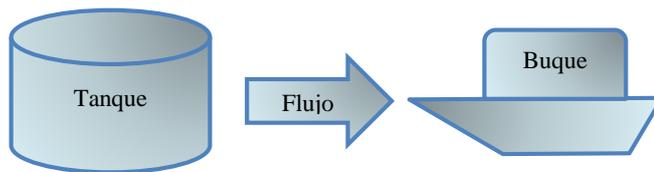


Figura # 02: Circuito básico tanque – buque.

Fuente: Propia.

**Tanque:** contenedor ubicado en litoral del combustible, utiliza bombas centrífugas para devolver combustible al buque.

**Flecha:** sentido del flujo de las bombas del tanque (litoral) a tanque del buque (plataforma).

**Buque:** en su interior cuenta con un tanque de almacenamiento/recepción para el combustible.

En vista de la falta de control en la descarga de buque/tanque o tanque/buque y protecciones del sistema se implementa control local y remoto, que es el desarrollo de esta tesis.

### 3.3 Sistema de buque a tanque / tanque a buque

El sistema de buque a tanque / tanque a buque se generaliza en tres planos de Proceso & Instrumentación que se podrán apreciar en el Anexo A: “Planos P&ID Recepción / Devolución”.

A continuación los elementos principales del circuito:

- **Mecánicos:** tanques (almacenamiento de diésel y pulmón de aire para válvulas de control), trampa (scraper), filtros, tuberías, válvulas manuales (bola, compuerta, globo y check), bombas y skid de compresor.
- **Eléctricos:** motores de bombas, cables de alimentación de diferentes niveles de tensión (460VAC para válvulas automáticas, 220VAC señales digitales, 24VDC alimentación de instrumentación).
- **Instrumentación:** transmisores (flujo, presión manométrica, presión diferencial, nivel, temperatura), sensores de nivel, detectores de señal (pig

detector), manómetros y válvulas (regulación y alivio de presión) y paradas de emergencia.

- **Control:** válvulas (automáticas on/off y modulantes).
- **Procesamiento:** Computador de flujo y PC Industrial (plataforma de control SCADA).
- **Tableros:** Tableros de control, CCM y Celdas (llegada, medición y transformación 6.9KV/0.46KV).
- **Comunicación:** Fibra óptica monomodo (patch panel ubicado en cada tablero de control).

### 3.4 Filosofía de control

La filosofía de control orienta la operación del sistema, protecciones y a través de esta diseñaremos los lazos de control, arquitectura de control. Luego del diseño una vez especificada la correcta función de cada instrumento en el sistema procedemos a seleccionar con la ayuda de los fabricantes y condiciones de sitio los protocolos de comunicación, como la parametrización de señales (discriminación entre señales digitales y analógicas de los instrumentos), seguidamente especificaremos la instrumentación, generalidades del requerimiento del sistema eléctrico, y consideraciones generales del sistema SCADA.

Para describir el funcionamiento deseado debemos separar las funciones a realizar y las dividimos en dos grandes grupos:

- Sistema principal: Sistema de descarga.
- Sistema auxiliar: Sistema de aire comprimido.

A continuación se describen cada uno:

### 3.5 Sistema principal

Sistema de Descarga conformado por los siguientes equipos mayores.

**Ducto de transferencia principal:** consta de tuberías SCH 40 de 10, 12 y 14” de diámetro por una longitud de 2.5Km. desde los tanques de almacenamiento hasta el extremo del muelle de recepción.

**Bomba:** se utilizará para la impulsión del combustible desde los tanques de almacenamiento a través del ducto de transferencia principal hasta el buque-tanque amarrado al extremo del muelle.

**Trampas (Scraper):** son recipientes a presión a utilizar con el fin de realizar operaciones transitorias asociadas al llenado de la tubería con producto y al desplazamiento del mismo.

### 3.6 Sistema auxiliar

Sistema de aire comprimido conformado por los siguientes equipos mayores.

**Skid de compresores:** paquete de equipos para la generación de aire comprimido con la finalidad de realizar el desplazamiento del producto contenido en el ducto de transferencia.

**Tanque pulmón:** recipiente a presión que elimina las pulsaciones de presión y proporciona capacidad de almacenamiento de reserva ante la falla del compresor.

El sistema de descarga está comprendido entre la brida de conexión a la manguera del buque (ubicado en la plataforma del muelle) y los tanques de almacenamiento (ubicados en litoral).

### **3.7 Sistema Descarga/Carga de Combustible**

El sistema será bidireccional ya que permitirá la realización de los siguientes servicios de operación:

Recepción de combustible en los tanques de almacenamiento (ubicados en litoral).

Devolución de combustible hacia el buque-tanque (amarrado en la plataforma del muelle).

Recirculación de combustible hacia los tanques de almacenamiento (ubicados en litoral).

En la Figura # 03 se ilustra a través de un diagrama de flujo:

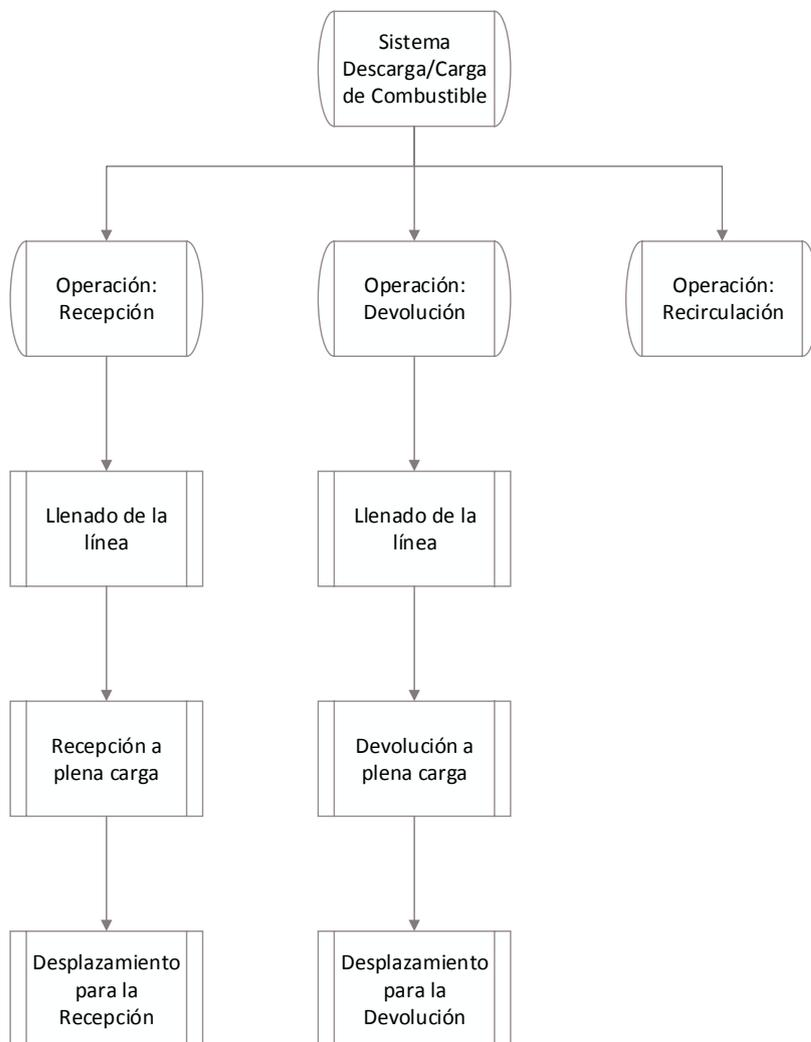


Figura # 03: Diagrama de flujo general del sistema.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

Los servicios de recepción y devolución estarán constituidos por tres etapas secuenciales y serán descritos a continuación. Una vez finalizada los servicios de operación Recepción o Devolución, se tendrá que retirar el producto remanente

contenido en el sistema de descarga (ducto de transferencia principal y tuberías asociadas) y posteriormente despresurizar el sistema de descarga para una siguiente operación.

Para el tercer servicio de operación (recirculación de combustible), un conjunto de tuberías quedará con fluido (combustible) de forma permanente para permitir la recirculación de combustible hacia los tanques a través de la derivación.

### 3.8 Servicio de Recepción de Combustible

Es el servicio que se realiza cuando el combustible ubicado en los tanques de almacenamiento del buque es empujado por acción de las bombas del buque con el propósito de llegar a los tanques de almacenamiento en litoral.

En las Figuras # 04.01 – 04.04 se ilustra a través de unos diagramas de flujo:

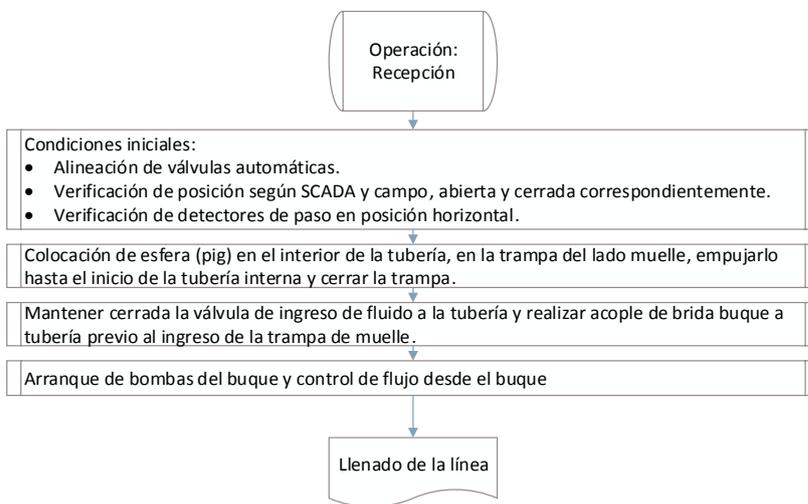


Figura # 04.01 – Diagrama de flujo de la operación: Recepción.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

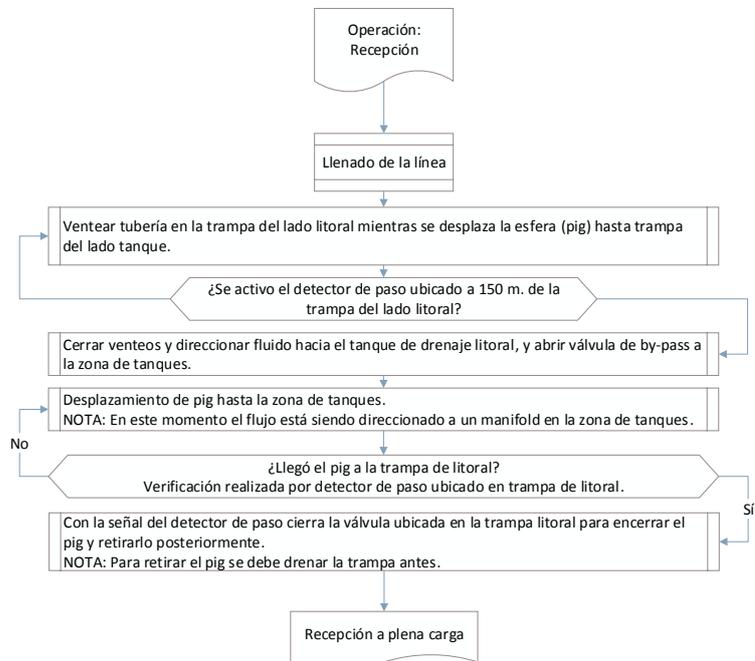


Figura # 04.02 – Diagrama de flujo de la operación: Recepción – Llenado de la línea.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

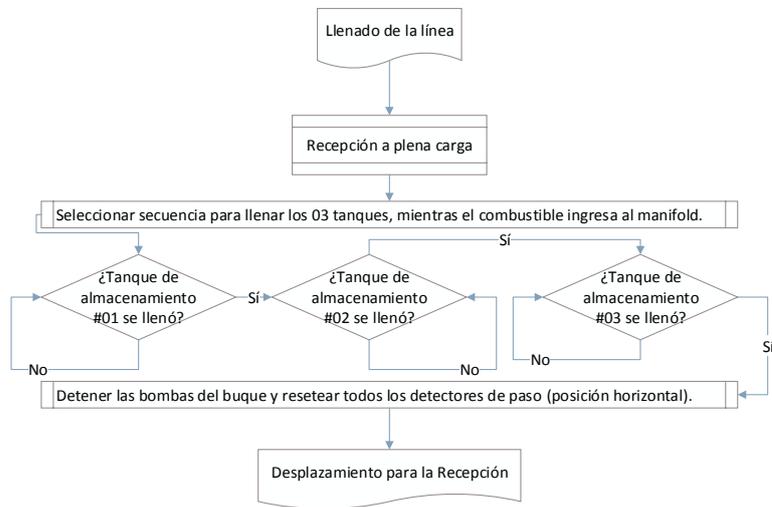


Figura # 04.03 – Diagrama de flujo de la operación: Recepción – Recepción a plena carga.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

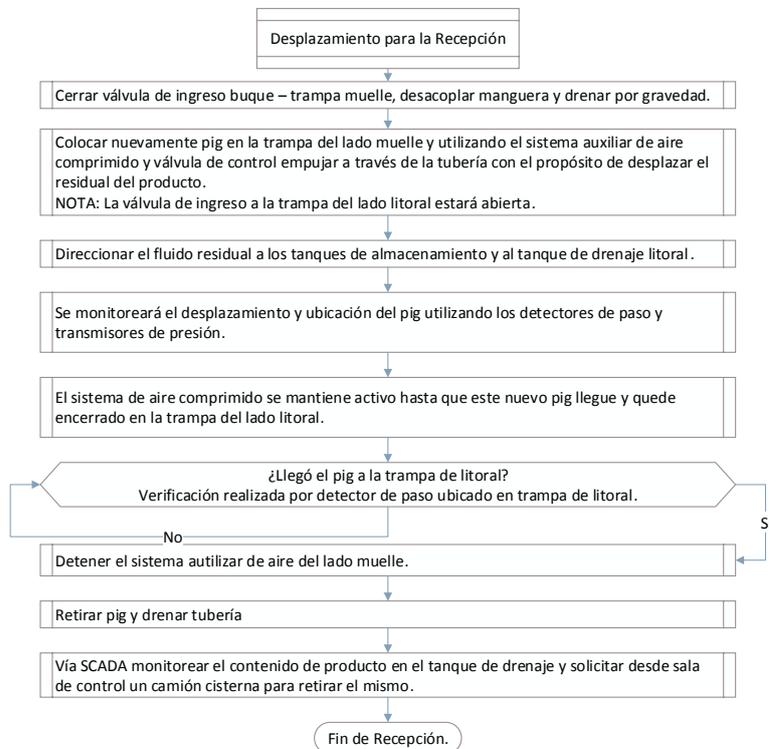


Figura # 04.04 – Diagrama de flujo de la operación: Recepción – Desplazamiento para la recepción.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

- Llenado de la línea con combustible

Esta fase tiene como propósito desplazar el aire contenido en la tubería principal (tramo de tubería entre las dos trampas) y llenarlo con combustible proveniente del buque. Para esta operación se colocará un dispositivo de separación (chanchito “pig”) en la trampa ubicada en el muelle, se realizará conexión de la brida del buque con las mangueras ubicadas en el muelle. El combustible impulsado por la bomba del buque permitirá el desplazamiento de aire, el cual será venteadado a través de la trampa ubicada en litoral. Los detectores de paso (*pig signaler*) ubicados en un área cercana a la trampa en litoral serán activados para permitir la

derivación de fluido hacia el tanque sumidero, la apertura de la válvula bypass de la trampa (para derivar combustible hacia los tanques de almacenamiento) y el cierre de la válvula de ingreso a la trampa en litoral. Esta operación será controlada por la bomba del buque y utilizará las trampas.

- Recepción de combustible a plena carga

Terminada la fase de llenado, la recepción será a través del bypass a las trampas (en litoral y muelle), tubería principal (tramo ubicado entre las trampas), los medidores de flujo (en litoral y muelle) y el bypass a la válvula de control ubicada en litoral. Existirá continuidad de la operación entre la fase de llenado y la fase de recepción a plena carga. Durante esta operación se requiere que el buque se encuentre amarrado.

- Desplazamiento para la recepción de combustible

Una vez terminada la operación de recepción, la siguiente fase tiene como propósito retirar la mayor cantidad de producto de la tubería principal (tramo de tubería entre las dos trampas) y otras tuberías. Un dispositivo de separación (chancho “pig”) previamente colocado en la trampa ubicada en muelle permitirá el vaciado de la tubería principal, con un sistema auxiliar de aire comprimido (ubicado en muelle) donde el combustible será desplazado hacia los tanques de almacenamiento.

### **3.9 Servicio de Devolución de Combustible**

Es el servicio que se realiza cuando el combustible ubicado en los tanques de almacenamiento del litoral es empujado por acción de las bombas del litoral con el propósito de llegar a los tanques de almacenamiento del buque.

En las Figuras # 05.01 – 05.04 se ilustra a través de unos diagramas de flujo:

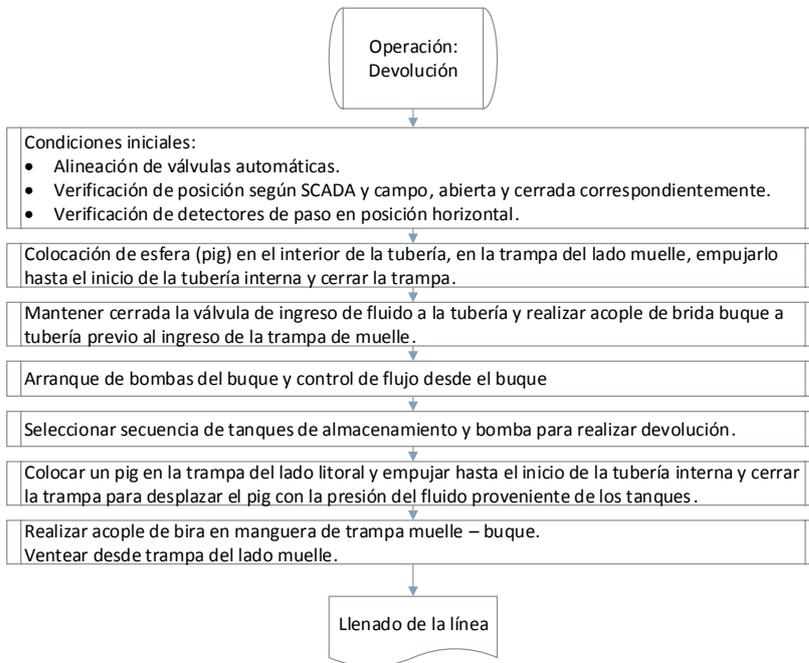


Figura # 05.01 – Diagrama de flujo de Operación: Devolución.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

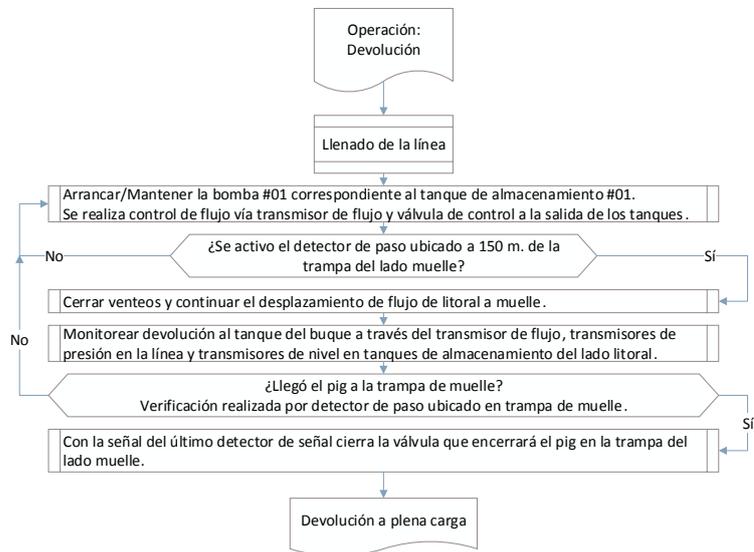


Figura # 05.02 – Diagrama de flujo de Operación: Devolución – Llenado de la línea.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

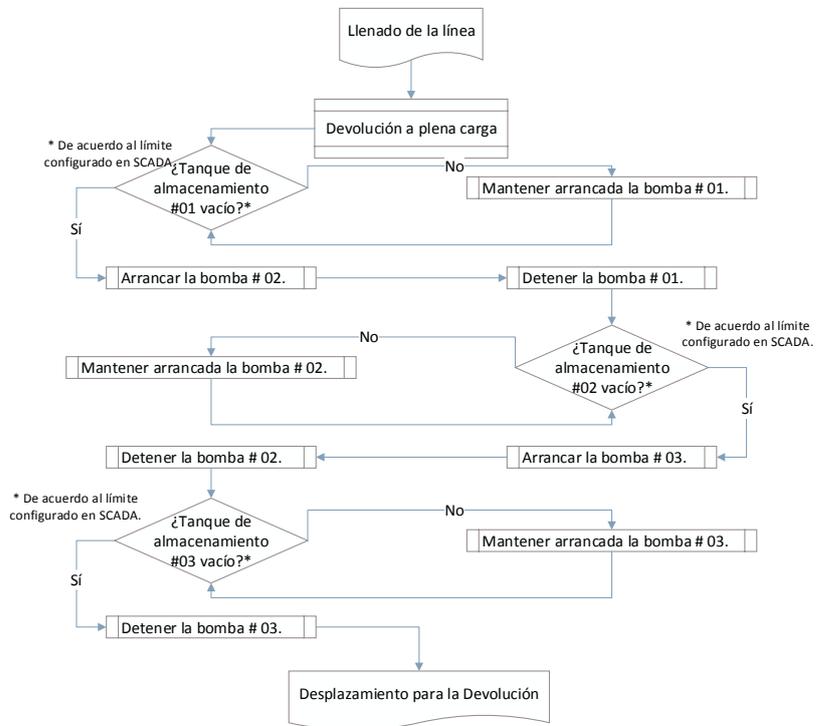


Figura # 05.03 – Diagrama de flujo de Operación: Devolución – Devolución a plena carga.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

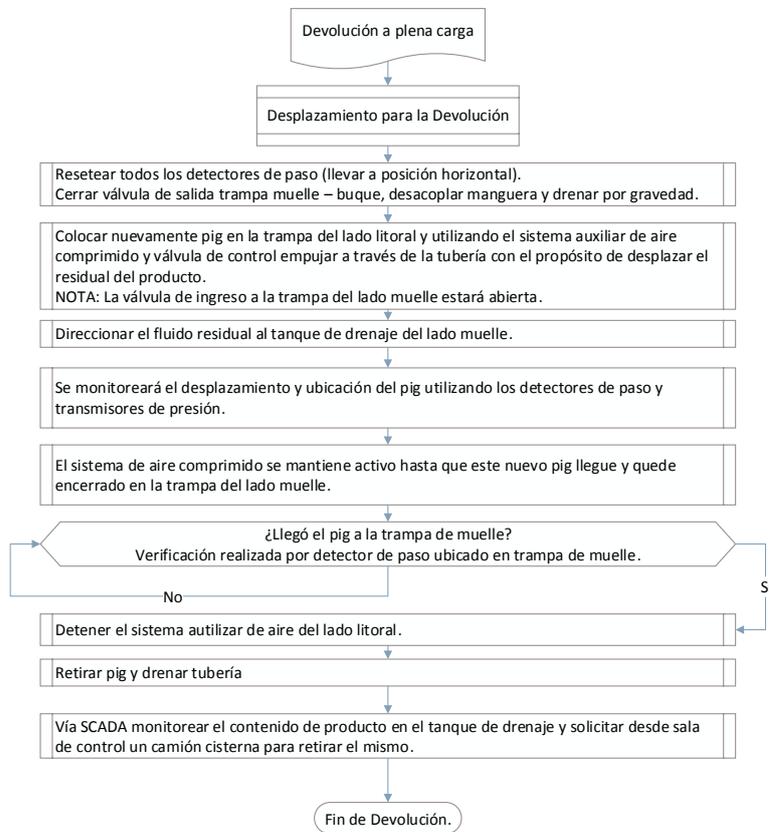


Figura # 05.04 – Diagrama de flujo de Operación: Devolución – Desplazamiento para la devolución.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

- Llenado de la línea con combustible

Esta fase tiene como propósito desplazar el aire contenido en la tubería principal (tramo entre las dos trampas) y llenarlo con combustible proveniente de los tanques a través de la válvula bypass de las bombas de devolución y el bypass de la válvula de control de combustible. Un dispositivo de separación (*pig*) previamente colocada en la trampa ubicada en litoral permitirá el desplazamiento

de aire, el cual será venteado a través de la trampa ubicada en el muelle. Los detectores de paso (*pig signaler*) ubicados en un área cercana a la trampa del muelle serán activados para permitir la derivación de fluido hacia el tanque sumidero y el cierre de la válvula de bloqueo de ingreso a la trampa del muelle. Esta operación se realizará por gravedad debida a la diferencia de cotas entre el área de los tanques de almacenamiento y muelle; utilizando las trampas sin requerir buque amarrado.

- Devolución de combustible a plena carga

Terminada la fase de llenado, se realizará la conexión de la brida del buque con las mangueras ubicadas en el muelle. Para la devolución se cerrará la válvula de bypass a las bombas de devolución y se utilizará el bypass a las trampas, la válvula de control de combustible (para lograr la rampa al inicio y al final de la operación), los medidores de flujo (en litoral y en muelle) y las bombas de devolución. Para esta operación de devolución se enviará producto desde los tanques (ubicados en litoral) hacia el buque (ubicado en muelle). Esta operación será automatizada mediante control de nivel en los tanques de almacenamiento, cierre/apertura de válvulas motorizadas y encendido/apagado de las bombas de devolución. El modo automático tendrá que cambiar a manual si se presenta alguna perturbación durante la operación de devolución de combustible a plena carga. Durante esta operación se requiere buque amarrado.

- Desplazamiento para la devolución de combustible

Una vez terminada la operación de devolución, la siguiente fase tiene como propósito retirar la mayor cantidad de producto de la tubería principal (tramo de tubería entre las dos trampas) y otras tuberías. Un dispositivo de separación (chanchó "*pig*") previamente colocado en la trampa ubicada en litoral permitirá el vaciado de la tubería principal, con un sistema auxiliar de aire comprimido (ubicado en litoral) donde el combustible será desplazado hacia el buque. Esta operación utiliza las trampas ubicadas en muelle y litoral. Durante esta etapa de la operación se requiere buque amarrado.

### 3.10 Servicio de Recirculación de Combustible

En la Figura # 06 se ilustra a través de un diagrama de flujo:

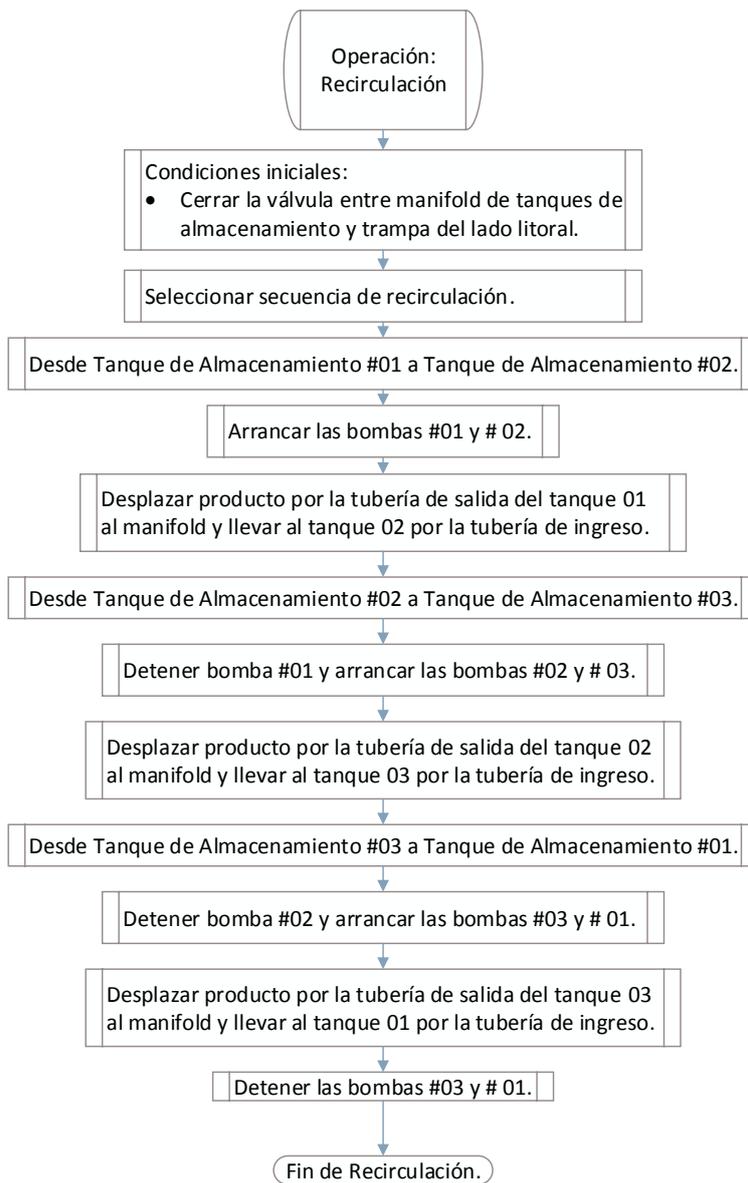


Figura # 06 – Diagrama de flujo de operación: Recirculación.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

Esta operación tiene como principal función mantener en funcionamiento las bombas de devolución cada cierto tiempo (4 – 6 meses). Para esta operación las tuberías de succión y descarga de la bomba y la tubería de derivación hacia los tanques de almacenamiento tendrán fluido (combustible) de forma permanente para permitir la recirculación. Esta operación será realizada para cada bomba de devolución en forma independiente y de manera secuencial con un tanque de almacenamiento. En la tubería de derivación se utilizará la válvula tipo bola especial (la cual proporciona una considerable caída de presión a 100% de apertura). Para obtener un régimen de recirculación adecuado y evitar problemas operativos en las bombas de devolución. Siendo el propósito del control por SCADA se contará con la mínima cantidad de personal en campo, considerándose un operador y un mantenedor en una camioneta a través del ducto.

### 3.11 Niveles de protección del Sistema de Descarga de Combustible

En la Figura # 07 se ilustra a través de un diagrama de flujo:

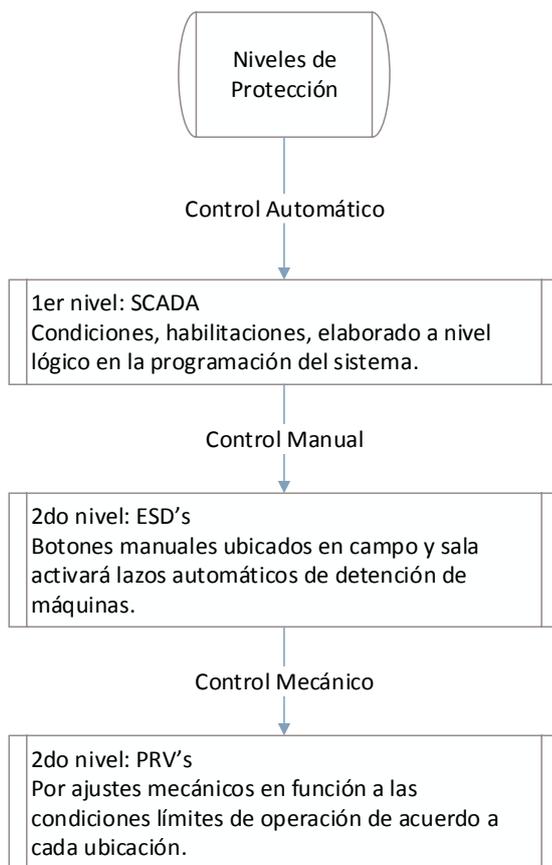


Figura # 07 – Diagrama de flujo de niveles de protección.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

- Primer nivel de protección:

Compuesto por el Sistema de Control de Procesos (*Process Control System, PCS*), gobernado por el sistema de control en SCADA. Se implementa condiciones de control en la programación para que este no permita realizar maniobras que puedan ocasionar algún riesgo a la operación, personal o a las instalaciones, el sistema buscará auto protegerse así como pedir confirmación antes de arranque de bombas o compresores y cambio (apertura/cierre) de válvulas. Evita fugas de presión enviando válvulas a cierra a través del control de flujo y presión en la línea. Sin embargo el sistema puede operarse por control automático (vía SCADA) o por control manual, para esto existen los siguientes controles de protección.

- Segundo nivel de protección:

Compuesto por el Sistema de Seguridad de Para (*Shutdown Safety System, SSS*), utilizando botones de ESD ubicados en campo y sala de control. En caso de estar realizando la operación manualmente o de manera automatizada y exista algún error en la medición de los instrumentos de lectura que pueda traducirse en un rebose de combustible o eventualidad se ubicará dos pares de botones ESD (*Emergency Shut Down, Parada de Emergencia*) el primero ubicado en la zona litoral, en el patio de bombas (en campo) para tener acción inmediata y en la subestación de control, conectada en serie el contacto normalmente cerrado (NC) al pulsar inmediatamente va a una señal de entrada en el PLC donde producirá una salida al Arrancador Suave (*Soft Starter*) que apagará inmediatamente los motores de todas las bombas y ubicará en posición segura las válvulas de entrada y salida del manifold de las bombas. El segundo ESD ubicado en la zona del muelle, ubicado cerca a la trampa del chanco (*scraper*) que estará en serie con un botón instalado en el tablero del I/O remoto de cabeza de muelle ubicado en la sala eléctrica de dicho lugar con la finalidad de apagar las bombas y cerrar válvulas de la línea.

- Tercer nivel de protección:

Consistirá de dispositivos mecánicos de protección contra la sobrepresión, a través de las válvulas de alivio de presión (PRV). La actuación de las válvulas de alivio de presión son independientes a cualquier intervención, estas PRV derivan a zonas estancas o líneas de recirculamiento para aliviar la tubería.

El sistema de control de procesos (PCS, *Process Control System*) estará conformado por los lazos de control; los cuales serán de operación automática y manual. El PCS contará con un sistema para el control remoto de las válvulas de bloqueo. También contará con un sistema de monitoreo de las variables de proceso, estado de equipos (apagado o encendido), estado de alarmas y estado de válvulas (abierto o cerrado).

El sistema de seguridad de parada (SSS, *Stop Security System*) contará con pulsadores para la activación de alarmas. Los límites de activación de las alarmas serán establecidos con suficiente holgura con respecto a las condiciones límite de operación de los equipos como para permitir que el personal operador corrija las condiciones de operación antes de que se alcance condiciones inseguras. El SSS contará con un sistema para el control remoto de las válvulas de bloqueo.

Todas las señales eléctricas, estados de válvulas y alarmas del sistema de descarga se integrarán en una sala de control ubicada cerca a los tanques de almacenamiento de combustible.

### **3.12 Matriz Causa – Efecto**

Se ha dividido las matrices por tarea a realizar, entre ellas tenemos recepción y devolución, siendo cada una de ellas subdividida en tres etapas diferentes, el contenido de cada matriz se presenta en el Anexo B: “Matrices causa – efecto”. Las cuales se compilan en los diagramas de flujo anteriormente presentados.

**Tarea: Recepción de combustible.**

- Etapa: Llenado de tubería principal.
- Etapa: Recepción a plena carga.
- Etapa: Desplazamiento para la recepción de combustible.

**Tarea: Devolución de combustible.**

- Etapa: Llenado de tubería principal.
- Etapa: Devolución a plena carga.
- Etapa: Desplazamiento para la devolución de combustible.

### 3.13 Lazos de control del sistema

Luego de desarrollar los diagramas de flujo se tiene clara las tareas a realizar, estas se presentan gráficamente mediante lazos de control donde se aprecia la relación entre filosofía de control y matrices causa-efecto en el Anexo C: “Lazos de control”.

- Lazo #001: Activación de entrada Detector de señal (*Pig detector*) XIS – 004.
- Lazo #002: Activación de entrada Detector de señal (*Pig detector*) XIS – 005.
- Lazo #003: Lectura en Transmisor de Presión PIT – 010.
- Lazo #004: Acción sobre Válvula de Control FV – 001.
- Lazo #005: Acción de válvulas automáticas XV – 017 / 018 / 019 / 020.
- Lazo #006: Lectura de Transmisor de Presión PIT – 009 y Detector de Paso XIS – 003.
- Lazo #007: Lectura de transmisor de nivel LT – 005, interruptor de nivel alto-alto LSHH – 005 y parada de emergencia ESD – 002.
- Lazo #008: Lecturas de los transmisores de presión PIT – 006 y PIT – 007.
- Lazo #009: Lectura en Detector de Paso XIS – 002 y accionamiento sobre las válvulas automáticas XV – 008 / 009.

- Lazo #010: Accionamiento en las válvulas automáticas XV – 007 / 012 / 013.
- Lazo #011: Lectura en Detector de Paso XIS – 001 y accionamiento sobre las válvulas automáticas XV – 010 / 011.
- Lazo #012: Lecturas en Transmisor de nivel LT – 004, Interruptor de nivel LSHH – 004 y Transmisor de Presión PIT – 008.
- Lazo #013: Acción sobre válvulas de control FV – 002 / 003.
- Lazo #014: Acción sobre válvulas automáticas XV – 005 / 006 / 012 y lectura en Parada de Emergencia ESD – 001.
- Lazo #015: Lectura en Transmisores de Presión PIT – 003 / 004 / 005.
- Lazo #016: Lectura de Transmisores de Presión Diferencial PDIT – 001 / 002 / 003.
- Lazo #017: Accionamiento en Válvulas Automáticas XV – 001 / 002 / 003 / 004.
- Lazo #018: Lectura de Transmisor de Nivel LT – 001 / 002 / 003 e Interruptores de Nivel Bajo-Bajo LSSL – 001 / 002 / 003.

### **3.14 Protocolos de comunicación y parametrización de señales**

Los protocolos de comunicación utilizados corresponde a un arreglo denominado Protocolo Industrial Común (de sus siglas en inglés CIP, *Common Industrial Protocol*) integrado en Modbus, el cual se presenta en la Figura # 08, donde se integra Modbus TCP/IP con Modbus RTU y señales analógicas/digitales para dispositivos finales. Para toda la comunicación Modbus RTU y Modbus TCP/IP la velocidad se establece en 9,600 bps (bits por segundo).

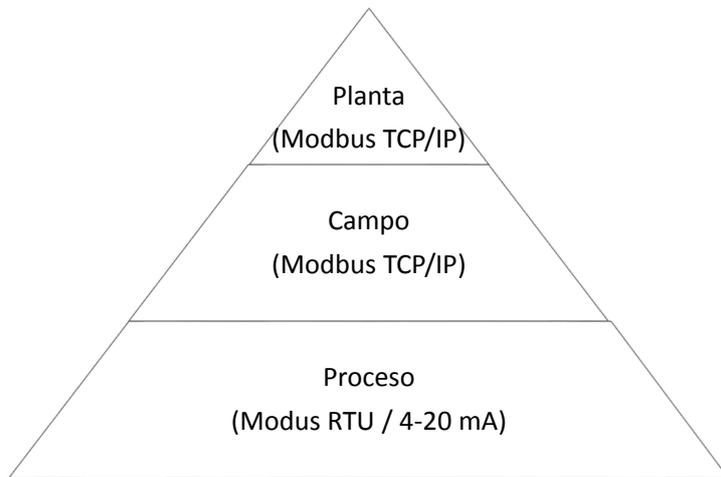


Figura # 08: Pirámide de protocolos en Sistema de Descarga de Combustible.

Fuente: Publicación ODVA<sup>9</sup> e Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

### 3.15 Comunicación de Planta

Desde la “Sala de Control” se tendrá administración total del sistema (ubicado en edificio remoto) comunicación utilizada para gobernar el SCADA desde la integración al sistema existente del usuario, este debe ser completamente interoperable, el medio de comunicación será fibra óptica monomodo y el protocolo Modbus TCP/IP.

---

<sup>9</sup> ODVA [Internet]. The CIP Advantage Technology Overview Series [actualizado 14 Abr 2015; citado 14 Abr 2015]. Disponible en: [https://www.odva.org/Portals/0/Library/Publications\\_Numbered/PUB00193R0\\_CIP-Modbus\\_Integration\\_Overview.pdf](https://www.odva.org/Portals/0/Library/Publications_Numbered/PUB00193R0_CIP-Modbus_Integration_Overview.pdf)

### **3.16 Comunicación de Campo**

El sistema de control de campo constará de una PC industrial (funcionando como pantalla SCADA) y tres tableros de control distribuidos en el recorrido de la tubería con el fin de controlar efectivamente (reduciendo la mayor posibilidad de atenuaciones o disturbios evitando tendidos de cables mayores a 150 m.) el sistema. El medio físico a utilizar entre el PLC (principal) y módulos remotos I/O será fibra óptica monomodo y el protocolo de comunicación Modbus TCP/IP.

### **3.17 Comunicación de Proceso**

La interacción entre los tableros de control (PLC e I/O) y dispositivos finales será por comunicación y señal.

- Comunicación por cable de comunicación de tres hilos apantallado utilizando el protocolo Modbus RTU (vía RS485), este se utilizará para la comunicación de los tableros de control con el Sistema de Energía Eléctrico, Arranque de Bombas (Soft Starter), Compresores y las Válvulas Automáticas de Control.
- Comunicación por cable de señal analógica y digital de tres hilos apantallados utilizando para las señales analógicas 4-20 mA @ 24VDC y para las señales digitales 220VAC.

### **3.18 Arquitectura de control**

La arquitectura de control general se muestra en la Figura # 09 y la arquitectura de control detallada se puede visualizar en el Anexo D: “Arquitectura de Control”.

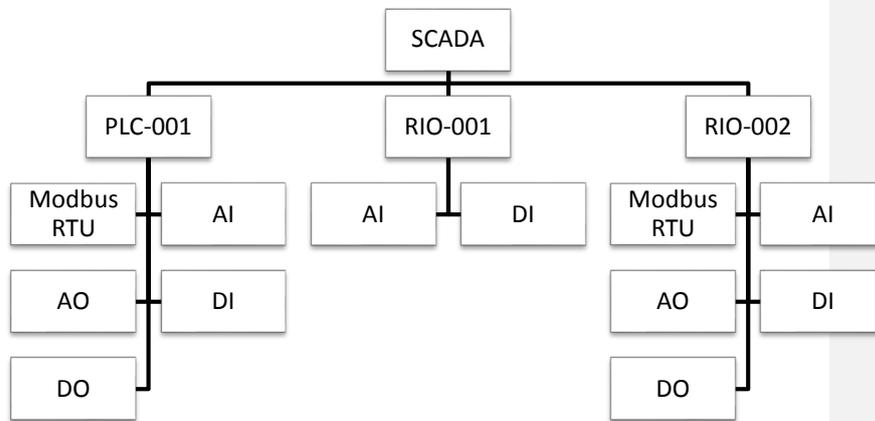


Figura # 09: Arquitectura básica de control.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

Leyenda de siglas de la Figura #09:

- SCADA: Supervisión, Control y Adquisición de Datos (del inglés *Supervisory Control and Data Acquisition*).
- PLC: Programador Lógico de Control (del inglés *Programmable Logic Controller*).
- RIO: Unidad remota de entradas y salidas (del inglés *Remote Input Output unit*).
- AI: Entradas Analógicas (del inglés *Analog Input*).
- AO: Salidas Analógicas (del inglés *Analog Output*).
- DI: Entradas Digitales (del inglés *Digital Input*).
- DO: Salidas Digitales (del inglés *Digital Output*).

El sistema SCADA partirá de un tablero principal donde se encuentre el CPU del mismo, vía fibra óptica monomodo se conectará con tableros remotos de entradas y salidas RIO, cada tablero remoto se colocará de acuerdo a la distribución física de la tubería, en este caso se plantea un tablero para litoral, un tablero para muelle y un tablero en el medio del trayecto. Al plantear esta metodología se debe considerar la distancia de instrumentos y señales que se necesiten leer/escribir, así como los puntos de comunicación vía fibra óptica (considerando los costos por cada empalme), evaluando según cada aplicación y geografía para la distribución de tableros.

### **3.19 Subsistemas de aterramiento y fuerza**

- Diseño general del subsistema de aterramiento del sistema de descarga de combustible:

#### Consideraciones:

- La ubicación general del proyecto es en un puerto, por lo que habrá un espacio donde se utilizarán pozos a tierra (debido a que será la zona llamada “litoral”) y habrá un espacio donde no se podrá utilizar pozos a tierra si no que se unirá al sistema de drenaje de carga a tierra hacia el mar (debido a que será la zona llamada “muelle”), valga la aclaración, donde no existe tierra, debido a que el muelle consta de una longitud aproximada de 1.3 Km. y existe una parte considerable del sistema que estará ubicado a dicha distancia de la costa.
- El sistema de control (tableros, PC industrial, UPS) requiere un valor óhmico balanceado de acuerdo al estándar IEEE 80-2000 e INDECI NTP para sistemas de aterramiento, el tablero de control principal (donde se encuentra ubicado el PLC) considerándolo como un sistema de cómputo o informático deberá tener un valor óhmico menor o igual a 5 Ohm.

De acuerdo a las recomendaciones de cada fabricante (manuales de instalación) de la instrumentación el aterramiento de la masa (tubería) principal del sistema debe tener una descarga a tierra, sin embargo, los elementos sobre la tubería tales como válvulas de control, válvulas automáticas, medidores de flujo, transmisores y demás, también deberán tener un drenaje a tierra que disipará una sobrecarga o diferencia de potencial en alguna eventualidad, las bandejas portacables que portarán los cables en diferentes niveles de tensión (se describirá en sistema eléctrico) también deberá contar con disipación de carga, entonces la carga más sensible (instrumentación) requiere pozos a tierra con valor óhmico de 5 Ohm.

El cable de tierra para la nueva malla bajo la subestación eléctrica será cable de cobre desnudo de 120mm<sup>2</sup> de sección transversal, el cable que será tendido a través de las bandejas portacables a lo largo de la tubería del sistema será un cable de cobre de 70mm<sup>2</sup> de sección transversal con aislamiento de PVC, en los interiores de la subestación se utilizará cable de cobre de 35mm<sup>2</sup> de sección transversal con aislamiento de PCV de color verde o verde/franjas amarillas, el uso de colores de cables será de acuerdo a la norma NTP 370.048<sup>10</sup> indicadas en las normas NTP 370.053<sup>11</sup> y NTP 370.301<sup>12</sup>.

En el lado litoral, el sistema contará con 07 pozos de puesta a tierra eléctrico para el sistema de fuerza tal como se puede ver de manera general en la Figura # 10, y 01 pozo de puesta a tierra de instrumentación dedicado para el tablero de control

---

<sup>10</sup> INDECOPI [Internet]. PROCOBRE - PERU [actualizado 28 Ago 2014; citado 28 Ago 2014]. Normas Técnicas Peruanas – Sistema de conexión a Tierra; [09 hojas]. Disponible en: [http://www.procobre.org/archivos/peru/normas\\_tecnicas\\_peruanas\\_sistema\\_tierra.pdf](http://www.procobre.org/archivos/peru/normas_tecnicas_peruanas_sistema_tierra.pdf)

<sup>11</sup> INDECOPI [Internet] R.0069-99/INDECOPI-CRT [actualizado 13 Dic 1999; citado 28 Ago 2014]. Normas Técnica Peruana NTP 370.053 – 1999; [10 páginas]. Disponible en: <http://www.bvindicopi.gob.pe/normas/370.053.pdf>

<sup>12</sup> INDECOPI [Internet] R.0103-2002/INDECOPI-CRT [actualizado 26 Oct 2002; citado 28 Ago 2014]. Normas Técnica Peruana NTP 370.301 – 2002; [47 páginas]. Disponible en: <http://www.bvindicopi.gob.pe/normas/370.301.pdf>

ubicado en la subestación eléctrica donde se ubicará el tablero principal y PC industrial (HMI del sistema SCADA), malla de puesta a tierra, soldadura exotérmica tipo “T” para los cables de tierra en conexiones ortogonales (estos serán para uniones de cables de tierra de bandeja a bandeja por ejemplo) y así como uno de buzones eléctricos para orden y del cableado así como de los puntos de aterramiento.

En el lado del muelle (plataforma), se descargará a la malla de puesta a tierra del sistema existente, se utilizará soldadura exotérmica tipo “T” para los cables de tierra en conexiones ortogonales y soldadura exotérmica tipo “Recto” en conexiones rectas, así también se utilizará una nueva malla de puesta a tierra.

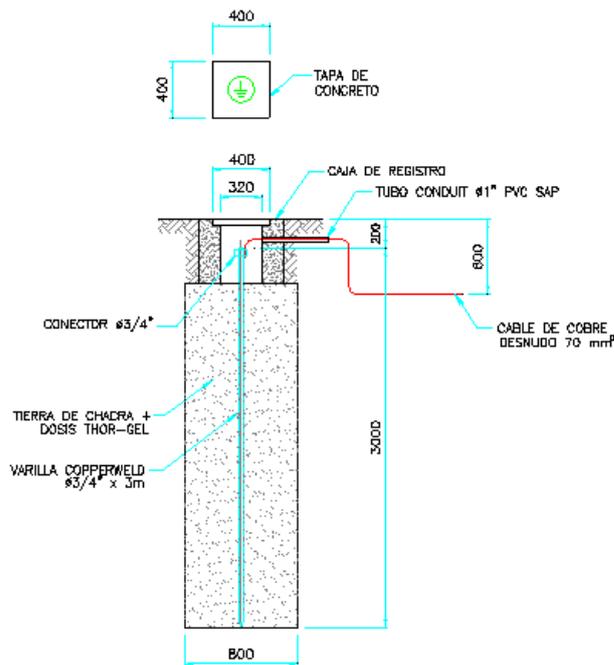


Figura # 10: Diagrama típico de pozo a tierra del sistema de descarga.

Fuente: Ingeniería del proyecto en etapa de licitación.

- Subsistema de fuerza del sistema de descarga de combustible:

Consideraciones:

- La alimentación primaria llegará de una llave reservada en un punto de 6.9KV (tie-in del tablero existente de la sala eléctrica con el Sistema de Descarga de Combustible).
- La alimentación proveniente del servicio principal de 6.9KV llegará a una subestación eléctrica (el mismo edificio físico donde se ubica el sistema principal de control) en uno de los ambientes. El sistema de descarga de combustible debido a su extensión y ubicación de elementos finales contará con dos (02) ubicaciones para sus puntos de energía, el primero será la nueva subestación del sistema ubicado en litoral, contará con celdas de llegada, medición y transformación, centro de control de motores, tableros de iluminación, entre otros. El segundo será sobre la ubicación existente de la sala eléctrica ubicada en la plataforma del muelle, este contará con tablero de válvulas, de control, entre otros.

Los niveles de tensión para los elementos del sistema serán tal como se describe:

1. Motores de bombas, compresores y válvulas automáticas: 460 VAC, 3F, 60Hz.
2. Tableros de control: 220 VAC.
3. Instrumentación de campo: 24 VDC.

En la Figura # 11 se ilustra el diagrama general de la nueva subestación eléctrica del sistema de descarga de combustible (ubicado en litoral), ver descripción de la Figura # 11 en el Anexo E: “Generalidades eléctricas del sistema”, los puntos 6.5.1 – 6.5.3.

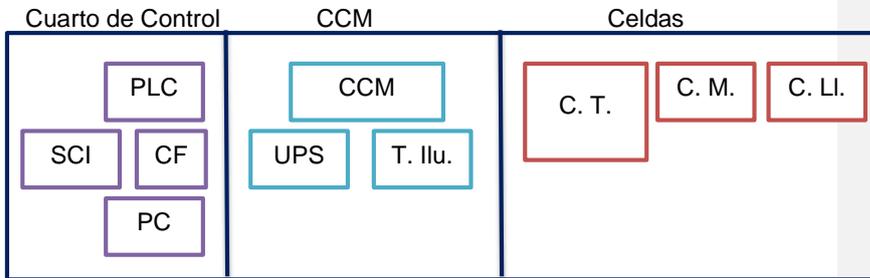


Figura # 11: Diagrama general de la nueva subestación eléctrica.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

En la Figura # 12 se ilustra el diagrama general de los nuevos tableros ubicados en la sala eléctrica existente para el nuevo sistema de descarga de combustible (ubicado en plataforma-muelle), ver descripción de la Figura # 12 en el Anexo E: “Generalidades eléctricas del sistema”, el punto 6.5.4.

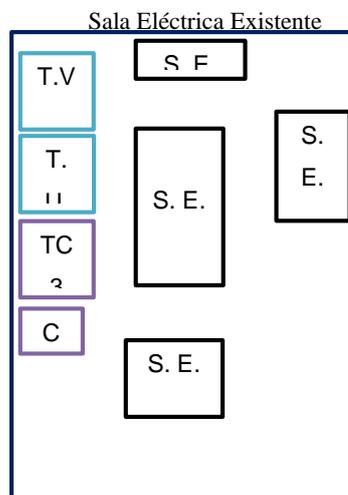


Figura # 12: Diagrama general de la sala eléctrica existente ubicada en la plataforma-muelle.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

### **3.20 Características generales de los componentes del sistema**

Para la especificación de los instrumentos del sistema de descarga/carga de combustible se consideró partiendo sobre un filosofía mecánica con válvula de apertura/cierre a la conexión del buque a la tubería y válvula de apertura/cierre a la entrada/salida de los tanques de almacenamiento, con el objetivo de conocer la cantidad de fluido en las tuberías se requiere transmisores de flujo ultrasónico para obtener un lectura confiable y considerando las propiedades del combustible; estos datos se pueden utilizar para obtener el flujo másico, geométrico, entre otros valores, para lo cual utilizaremos un computador de flujo; para poder conocer si exista o no alguna fuga, caída de presión, ubicación del chanco (pig), entre otras funciones se requiere transmisores de presión que están enlazados en la lógica de control y también manómetros para inspección local, para poder tener lecturas y verificar expansión (dilatación del producto) entre otras funciones se instalará transmisores de temperatura, con el objetivo de leer correctamente los niveles de combustible en tanques de almacenamiento y drenaje se utilizarán transmisores de nivel y switch de nivel a modo de alarma altas o bajas de acuerdo a la instalación; con el objetivo de ubicar y registrar desplazamiento del chanco (pig) en las corridas de limpieza o de conducción de flujo se requiere utilizar detectores de señal; el control de alarmas en caso de emergencias requiere el uso de botones de parada de emergencia (ESD); para el control requerimos válvulas ON/OFF y regulables ya sea para aplicaciones de combustible y aire; bombas para recirculamiento y devolución de combustible; compresores para los sistemas auxiliares de aire comprimido; sistema de control.

En el Anexo E: “Características Generales de Componentes”, se puede apreciar el detalle por cada componente de instrumentación y control del sistema, tener en consideración que los datos parten de las características del fluido (combustible) y del estudio mecánico – hidráulico que determina los parámetros que se requieren medir y operar (tales como clase de brida, determinará la potencia de las bombas, compresores, rangos de transmisores de presión, flujómetros, etc.), esta información ha sido provista como ingeniería del proyecto en licitación y no es materia de estudio en el presente proyecto de tesis. Sin embargo, nos permite

modelar los datos de acuerdo a una nueva aplicación considerando las condiciones mecánico-hidráulicas de cada sistema.

Así como la elección a considerar señales de 4-20 mA, discretas en 120 ó 220 VAC, Modbus RTU, instrumentos configurables vía HART, son particularidades propias de cada proyecto evaluadas por cada compañía que desarrolle el proyecto EPC, experiencia en el campo, presupuesto disponible, sin embargo, las características mostradas sirven a un sistema de bajo-mediano presupuesto y automatización media, ya que puede cambiarse el tipo de lectura de instrumentos y ser todo por comunicación encareciendo el proyecto pero obteniendo control total desde el DCS de cada dispositivo, siempre es determinante el criterio y experiencia del ingeniero responsable para decidir la mejor solución a implementar.

### **3.21 Pantallas del sistema SCADA**

El sistema completo está dividido por la ubicación de tableros, puntos de ubicación de instrumentos, disponibilidad de energía. De esta forma se tiene tres (03) regiones (haciendo referencia por su ubicación física), sin embargo, la interconexión entre cada uno de estos puntos se realiza por fibra óptica monomodo considerando distancias menores a 2 kilómetros entre cada uno de estas se obtiene comunicación rápida, confiable y disponible, existe un tablero principal ubicado en la sala eléctrica de litoral, un tablero I/O remoto en la base del muelle y un tablero I/O remoto en el cabezo del muelle.

Las pantallas que se presentan es parte del alcance de la ejecución del proyecto EPC, así como pre-comisionado y puesta en marcha de todo el sistema (estas últimas dos etapas no son materia de estudio en la presente metodología de automatización por lo cual no se presenta), una vez finalizada la puesta en marcha se entrega el proyecto con lista de contraseñas, dossier de calidad e ingeniería para el traspaso de información.

- Primera región: “Zona de tanques” ubicada en el lado litoral, en la construcción de la sala eléctrica con el sistema descrito anteriormente, cerca del patio de bombas y zona de tanques de almacenamiento de Diesel (tal como se aprecia en la pantalla principal), acá se ubica un pulsador de parada de emergencia (ESD).
- Segunda región: “Zona de litoral” ubicada en el lado litoral, es donde se encuentra una trampa de recepción, skid de compresión y juego de válvulas principal que dirige el producto hacia los tanques de almacenamiento. Se ubica en el mismo tablero de control de la sala eléctrica debido a las distancias (menores a 200 m. del último elemento).
- Región intermedia: Ubicada entre el lado litoral y el muelle, esta se encuentra metros antes de empezar el muelle, debido a la geografía del lugar donde se cuenta con una pronunciada pendiente de 50 m. lineales se instalaron transmisores de presión en el punto superior e inferior de esta para controlar caídas de presión así como también realizar maniobras de presurizado de líneas para limpieza o venteo. Es demasiado pequeña por lo tanto no se utilizó una pantalla para esta región, cuenta con un tablero independiente para sus señales a leer.
- Tercera región: “Zona muelle” ubicada en el cabezo del muelle (punto extremo del mismo) esta se encuentra ubicada a más de 1.3 Km. de distancia de la costa, ya que el puente del muelle cuenta con dicha longitud, el tablero correspondiente a este lugar se encuentra en una sala ya existente donde se cuenta con disponibilidad de energía eléctrica, acá existe una trampa de recepción, skid de compresión y válvulas automáticas tal como en la “Zona litoral”, acá se ubica el segundo pulsador de parada de emergencia (ESD).

1. Pantalla principal: La Figura # 13 ilustra de manera general la pantalla principal del sistema de control SCADA modelo, haciendo una referencia a los diagramas P&ID ubicados en el Anexo A. Desde esta pantalla se tiene acceso de lectura a los instrumentos de campo en forma numérica, así como en forma gráfica (por leyenda de colores) a válvulas, compresores, bombas.

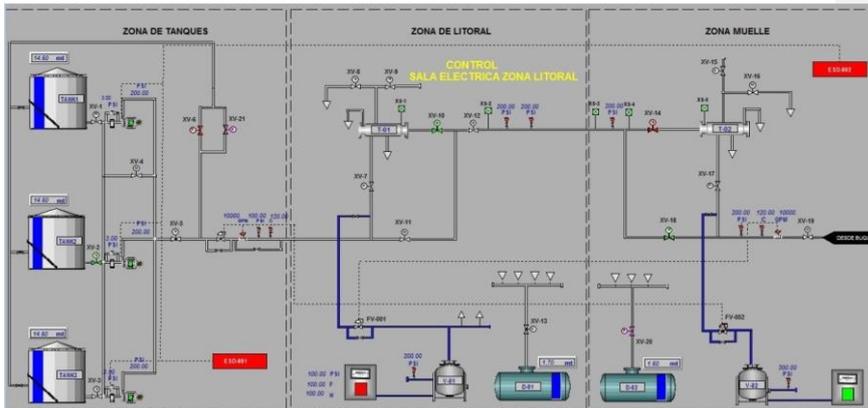
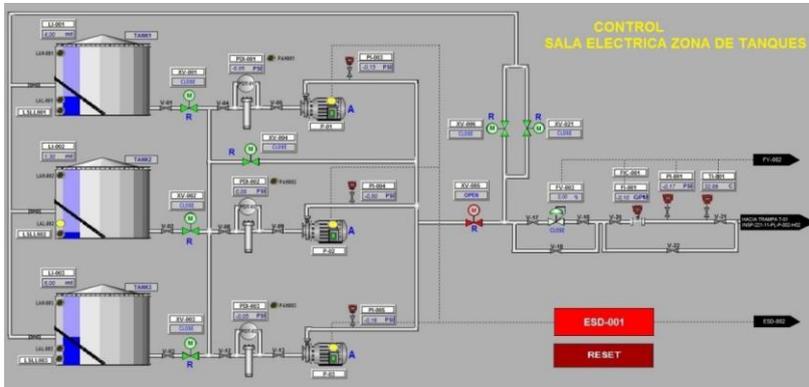


Figura # 13: Pantalla principal del sistema SCADA.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

Pantalla zona de tanques: La Figura # 14 ilustra de manera general la pantalla de la zona de tanques ubicada en el lado litoral. Desde esta pantalla se tiene acceso de lectura solo a los instrumentos de campo y válvulas comprendidos en dicha zona en forma numérica, así como también en forma gráfica (por leyenda de colores) a válvulas y motores de bombas, también se tiene acceso a restablecer la alarma generada por el pulsador E



SD. Figura # 14: Pantalla zona de tanques del sistema SCADA.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

2. Pantalla litoral: La Figura # 15 ilustra de manera general la pantalla de la zona litoral, precisamente donde se ubica la trampa de recepción/lanzamiento de chanco (scrapper). Desde esta pantalla se tiene acceso de lectura solo a los instrumentos de campo y válvulas comprendidos en dicha zona en forma numérica, así como también en forma gráfica (por leyenda de colores) a válvulas y compresor.

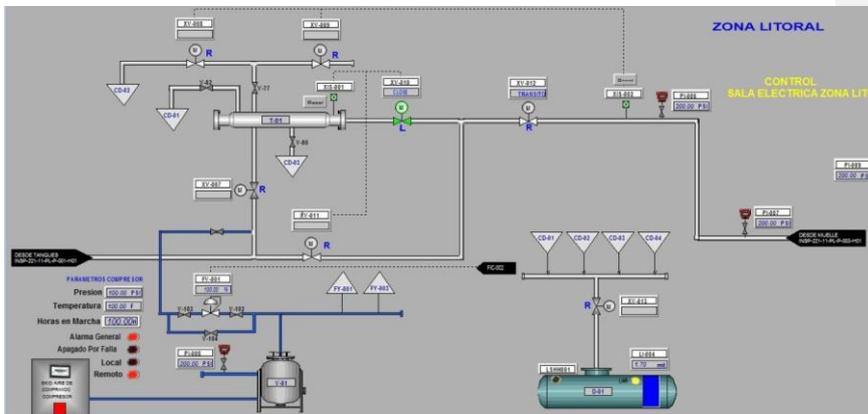


Figura # 15: Pantalla zona litoral del sistema SCADA.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

3.

Pantalla muelle: La Figura # 16 ilustra de manera general la pantalla de la zona muelle, precisamente donde se ubica la otra trampa de recepción/lanzamiento de chanco (scraper). Desde esta pantalla se tiene acceso de lectura solo a los instrumentos de campo y válvulas comprendidos en dicha zona en forma numérica, así como también en forma gráfica (por leyenda de colores) a válvulas y compresor, también se tiene acceso a restablecer la alarma generada por el pulsador ESD.

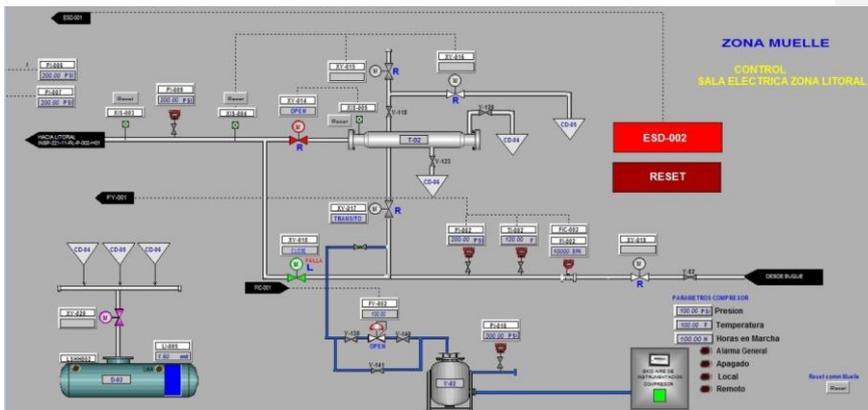


Figura # 16: Pantalla zona muelle del sistema SCADA.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

4. Pantallas unifilares: La Figura # 17.01 ilustra de manera general la pantalla unifilar 01/02. Desde esta pantalla se tiene acceso de lectura en forma numérica al medidor multifunción de la celda de medición y de manera gráfica (por leyenda de colores) al estado del interruptor principal de la celda de llegada, señales de protección en la celda de transformación, señal de protección en el interruptor principal de alimentación al CCM, estado de válvulas, motores de bombas y compresores ubicados en el lado de litoral. En la Figura # 17.02 ilustra de manera general la pantalla unifilar 02/02. Desde esta pantalla se tiene acceso de lectura en forma gráfica (por leyenda de colores) a válvulas y compresor ubicados en el lado del muelle.

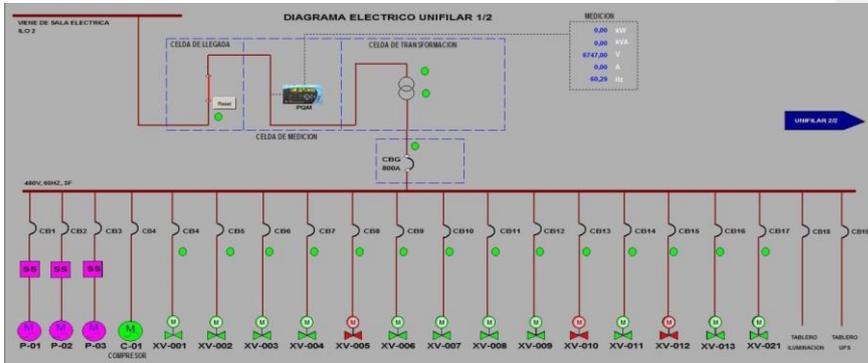


Figura # 17.01: Pantalla unifilar del lado litoral del Sistema SCADA.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

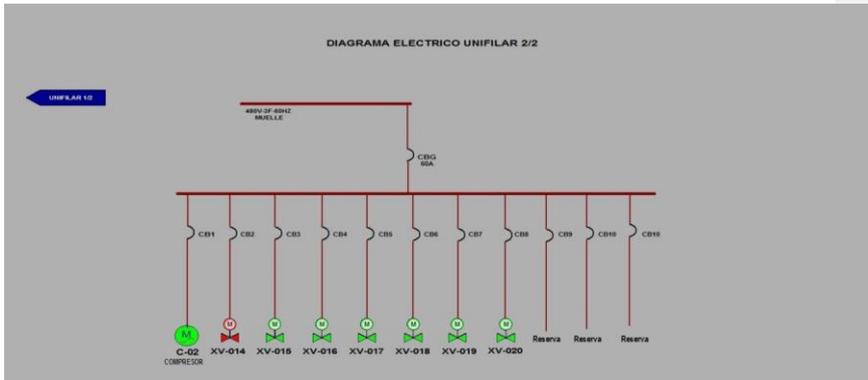


Figura # 17.02: Pantalla unifilar del lado muelle del Sistema SCADA.

Fuente: Ingeniería del proyecto presentada por contratista ejecutante.

## CAPÍTULO III: ANÁLISIS ECONÓMICO

El proyecto en la modalidad de EPC (“Ingeniería, Procura y Construcción” del inglés “*Engineering, Procurement and Construction*”)

### 4.1 Presupuesto del proyecto

El proyecto consta de las siguientes disciplinas:

- Civil: construcción de sala eléctrica, bases para bombas, canaletas para tubería, etc.
- Mecánica: tubería de 2.5 Km. aproximadamente, trampas de recepción, tanques de drenaje, tanques pulmón para skid de compresores, etc.
- Eléctrica: celdas de llegada, medición y transformación, alimentación del sistema completo, línea de 6.9KV desde torre de control existente, CCM, y lo descrito en el capítulo anterior.
- Instrumentación & Control: toda la instrumentación de campo, tableros de control, interconexión de fibra óptica, pantallas SCADA y lo descrito en el capítulo anterior.

El presupuesto debe considerar lo siguiente:

- Evaluación del proyecto.
- Ingeniería: Desarrollo de ingeniería de detalle.
- Procura: Adquisición de equipos.
- Construcción: Todas las disciplinas.
- Pruebas en taller de proveedores.
- Pruebas en campo.
- Etapas de pre comisionado (pruebas independientes), comisionado (pruebas por sistemas), arranque (por servicios independientes) y puesta en servicio del sistema completo.

- Dossier de calidad.
- Dossier de ingeniería.
- Capacitaciones al usuario.
- Provisión de EPP (Equipo de Protección Personal), así como Equipos de Respuesta contra incidencias, ambulancia, personal de enfermería, etc. Todo lo correspondiente al área de Seguridad Ocupacional y Medio Ambiente.
- Costos operativos: instalación de campamento, traslados, alimentación, hospedaje, exámenes médicos, seguridad (vigilancia).
- El costo del proyecto completo se estima en un valor de US\$ 4'000,000.00 considerando +/- 10%, a continuación se presenta el desarrollo del mismo en las Tablas # 01, 02, 03, 04, 05 y 06. Obteniendo un total de US\$ 4'415,170.00

| Descripción - Concepto             | Cantidad | Precio Unitario | Sub Total  |
|------------------------------------|----------|-----------------|------------|
| <b>DISCIPLINA CIVIL</b>            |          |                 | 835.000,00 |
| Movimiento de tierras              | 1        | 100.000,00      | 100.000,00 |
| Encofrados                         | 1        | 20.000,00       | 20.000,00  |
| Bases de concreto                  | 1        | 300.000,00      | 300.000,00 |
| Subestación eléctrica y de control | 1        | 400.000,00      | 400.000,00 |
| Trabajos civiles generales         | 1        | 15.000,00       | 15.000,00  |

Tabla # 01: Cuadro de costos de disciplina civil.

Fuente: Estimación propia – no puede ser presentada la información de la licitación del proyecto.

| Descripción - Concepto             | Cantidad | Precio Unitario | Sub Total  |
|------------------------------------|----------|-----------------|------------|
| <b>DISCIPLINA MECÁNICA</b>         |          |                 | 877.520,00 |
| Tubería principal                  | 1        | 199.000,00      | 199.000,00 |
| Tubería auxiliar                   | 1        | 90.000,00       | 90.000,00  |
| Soldadura                          | 1        | 225.000,00      | 225.000,00 |
| Fabricación de tanques de drenaje  | 1        | 160.000,00      | 160.000,00 |
| Fabricación de tanques pulmón para | 1        | 60.000,00       | 60.000,00  |

|   |   |            |            |
|---|---|------------|------------|
| skid de compresor                                     |   |            |            |
| Fabricación de plataformas                            | 1 | 113.520,00 | 113.520,00 |
| Estructuras metálicas y trabajos mecánicos en general | 1 | 30.000,00  | 30.000,00  |

Tabla # 02: Cuadro de costos de disciplina mecánica.

Fuente: Estimación propia – no puede ser presentada la información de la licitación del proyecto.

| Descripción - Concepto                                   | Cantidad | Precio Unitario | Sub Total    |
|--|----------|-----------------|--------------|
| <b>DISCIPLINA ELÉCTRICA</b>                              |          |                 | 1.245.500,00 |
| Celdas de Llegada, Medición y Transformación 6.9kV/.46kV | 1        | 525.000,00      | 525.000,00   |
| Pozos a tierra (5 fuerza + 1 I&C)                        | 1        | 95.000,00       | 95.000,00    |
| Centro de Control de Motores                             | 1        | 315.000,00      | 315.000,00   |
| Accionamiento de Bombas y Compresores                    | 1        | 190.000,00      | 190.000,00   |
| Aterramiento del Sistema de fuerza                       | 1        | 72.000,00       | 72.000,00    |
| Aterramiento de Masa del sistema                         | 1        | 20.000,00       | 20.000,00    |
| Bandejas portacables                                     | 1        | 3.000,00        | 3.000,00     |
| Cableado de fuerza y trabajos eléctricos en general      | 1        | 25.500,00       | 25.500,00    |

Tabla # 03: Cuadro de costos de disciplina eléctrica.

Fuente: Estimación propia – no puede ser presentada la información de la licitación del proyecto.

| Descripción - Concepto                        | Cantidad | Precio Unitario | Sub Total    |
|---|----------|-----------------|--------------|
| <b>INSTRUMENTACIÓN &amp; CONTROL</b>          |          |                 | 1.027.100,00 |
| <b>SISTEMA DE CONTROL</b>                     |          |                 | 56.400,00    |
| PLC   | 1        | 23.000,00       | 23.000,00    |
| Unidades Remotas RIO                          | 2        | 12.000,00       | 24.000,00    |
| Tablero de Control                            | 1        | 1.500,00        | 1.500,00     |
| Tableros de RIO                               | 2        | 700,00          | 1.400,00     |
| Sistema Contra Incendios                      | 1        | 500,00          | 500,00       |
| Fibra Óptica (tendido, conexionado y pruebas) | 1        | 6.000,00        | 6.000,00     |
| <b>INSTRUMENTACIÓN DE CAMPO</b>               |          |                 | 970.700,00   |
| PIT   | 10       | 2.700,00        | 27.000,00    |
| PI  | 10       | 800,00          | 8.000,00     |
| TT  | 2        | 3.100,00        | 6.200,00     |
| FIT   | 2        | 27.000,00       | 54.000,00    |
| LIT TK Drenaje                                | 2        | 1.800,00        | 3.600,00     |
| LT TK Almacenamiento                          | 3        | 2.900,00        | 8.700,00     |
| FIC   | 2        | 9.000,00        | 18.000,00    |
| PDIT  | 3        | 2.900,00        | 8.700,00     |
| LSHH (incluye protección galvánica)           | 2        | 1.300,00        | 2.600,00     |
| LSLL  | 3        | 1.900,00        | 5.700,00     |
| XIS   | 5        | 5.100,00        | 25.500,00    |
| ESD   | 4        | 50,00           | 200,00       |
| XV  | 21       | 23.500,00       | 493.500,00   |
| FV  | 3        | 13.000,00       | 39.000,00    |
| PRV   | 10       | 11.000,00       | 110.000,00   |
| Skid de Compresión                            | 2        | 80.000,00       | 160.000,00   |

Tabla # 04: Cuadro de costos de disciplina de Instrumentación & Control.

Fuente: Estimación propia – no puede ser presentada la información de la licitación del proyecto.

| Descripción - Concepto                                     | Cantidad | Precio Unitario | Sub Total |
|--|----------|-----------------|-----------|
| <b>INGENIERÍA</b>  |          |                 | 34.050,00 |
| Ingeniería de detalle                                      | 1        | 3.300,00        | 3.300,00  |
| Dossier de Ingeniería                                      | 1        | 750,00          | 750,00    |
| Pruebas FAT (Factory Acceptance Test)                      | 1        | 10.000,00       | 10.000,00 |
| Pruebas SAT (Site Acceptance Test)                         | 1        | 8.000,00        | 8.000,00  |
| Precomisionamiento, Comisionamiento y Start-Up del Sistema | 1        | 12.000,00       | 12.000,00 |

Tabla # 05: Cuadro de costos de Ingeniería, Pruebas y Documentación.

Fuente: Estimación propia – no puede ser presentada la información de la licitación del proyecto.

| Descripción - Concepto                                     | Cantidad | Precio Unitario | Sub Total  |
|--|----------|-----------------|------------|
| Instalación de Campamento y Gastos operativos del proyecto | 1        | 270.000,00      | 270.000,00 |
| SSOMA (Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente)      | 1        | 126.000,00      | 126.000,00 |

Tabla # 06: Cuadro de costos de Gastos Operativos y SSOMA.

Fuente: Estimación propia – no puede ser presentada la información de la licitación del proyecto.

El pago del mismo se debe programar en hitos según avance entre ellos se plantea:

- Obtención de buena pro (20%).
- Aprobación de ingeniería de detalle y órdenes de compra de equipos mayores (5%).
- Finalización de etapa civil (10%).

- Entrega de tubería en acero negro disponible para transportar producto (15%).
- Operatividad de subestación eléctrica (15%).
- Sistema de control probado y aceptado (15%).
- Soporte en primera descarga de producto (10%).
- Entrega de dossier de calidad, dossier de ingeniería y acta de conformidad de obra (10%).

## **4.2 CAPEX y OPEX**

El presupuesto a considerar en CAPEX (Costos de Capital, del inglés “CAPital EXpenditures) por deberse a una licitación se considera como presupuesto (Budget) inicial del proyecto, al evaluar OPEX (Costos de Operación, del inglés “OPERating EXpenditures) se deberá considerar los siguientes mantenimientos:

- Pintado de tubería (revestimiento de tercera capa de poliuretano, debido a que el sistema de pintura es en tres capas, sin embargo esta última puede necesitar algunos retoques con el tiempo debido a las condiciones del lugar).
- Mantenimiento preventivo a los motores de bombas y compresores.
- Limpieza bi-anual a los dispositivos y elementos de campo (en años sin descarga de producto) o limpieza previa y posterior a los dispositivos y elementos de campo (por cada descarga de producto).
- Debido a las condiciones climáticas, ubicación geográfica, características de las facilidades de la planta se recomienda limpieza del sistema tres (03) a cuatro (04) veces al año, según lo requiera.
- Costos de supervisión de tubería y sistema de control en general, operador de control en campo y dedicado en sala (solo para descargas).

# CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 Conclusiones

- Se logró presentar la metodología general de automatización de un sistema descarga/carga de combustible en un circuito buque/tanque controlado desde una plataforma SCADA a través de diagramas de flujo explicando el funcionamiento general del sistema, matrices causa-efecto enunciando acción y reacción a desarrollarse para lograr lo expuesto en los diagramas de flujo, quedando así una “plantilla” para posteriores trabajos de aplicación similares, en donde podemos partir con este trabajo de tesis como ingeniería básica de dicho proyecto.
- Los lazos de control quedaron diseñados a través de la traducción de los diagramas de flujo obtenidos de la filosofía de control.
- Se seleccionó en base a condiciones de sitio, número de nodos, manuales de fabricante y presupuesto los protocolos de comunicación MODBUS RTU y Modbus TC/IP, así como para señales analógicas en 4-20 mA y señales discretas en 24 VDC y 220 VAC.
- Partiendo de la especificación de instrumentos (como dato inicial) y seleccionando los protocolos de comunicación nos permitió diseñar de manera general la arquitectura de control presentada por tipo de señales AI, DI, AO, DO y Modbus.
- Se logró diseñar el subsistemas de aterramiento teniendo en cuenta las normas técnicas válidas para utilización e instalación para los 5 Ohm requeridos.
- Se logró diseñar el subsistema de fuerza de manera general ya que no es materia de estudio del presente trabajo de tesis detalle del mismo, sin embargo, se presenta características generales, consideraciones y modelos

a tener en cuenta para el funcionamiento del sistema de instrumentación y control, cabe mencionar que la especialidad de I&C no puede estar desligada de la especialidad eléctrica, si bien es cierto en campo se requiere un especialista por cada disciplina el ingeniero de I&C debe conocer de manera general las características y lineamientos generales a considerar en un sistema eléctrico que lo abastezca.

- Se especificó correctamente las características generales de los componentes eléctricos y de instrumentación & control del sistema, considerando características obtenidas de las parametrización de señales, evaluaciones en campo, condiciones de sitio, números de nodos, ubicación, clases y zonas peligrosamente intrínsecas, etc.
- Se logró especificar correctamente las características generales del sistema SCADA y se ve reflejado en las pantallas presentadas utilizadas en el proyecto, estos son requerimientos mínimos para cumplir lo demandado por el presente sistema, como metodología de trabajo se debe considerar que si se desea incrementar número de nodos en los buses de comunicación o modificar el protocolo de campo este deberá verse reflejado también en la especificación del sistema SCADA ya que otros protocolos o configuraciones demandan mayores velocidades, es decir procesadores más rápido y con un costo diferente.

## **5.2 Recomendaciones**

- El presente trabajo es un modelamiento general, sin embargo, se deberá evaluar las condiciones del lugar para validar las especificaciones, ya que este fué realizado a menos de 1,000 m.s.n.m. no hubo necesidad de realizar cálculos de proyección de motores para trabajo a altura, de ser necesario se sugiere indicar al proveedor del equipo indicando las potencias nominales y altitud del proyecto.
- Se debe considerar eventualidades y costos de grupos electrógenos o generadores para realizar pruebas en los equipos.
- Se debe tener en cuenta la clase y división correcta al dimensionar los instrumentos y protecciones, las protecciones galvánicas o aisladores de pulso no son necesarias para todas las señales, debe realizarse el estudio

señal por señal para justificar su costo ya que esto incrementaría notablemente el costo de los tableros.

- Al considerar el dimensionamiento del aterramiento y sistema de fuerza debe ser realizado en conjunto con la disciplina eléctrica, donde esta será responsable del detalle y el ingeniero de I&C debe entregar sus requerimientos técnicos avalados por las normas técnicas y estándares tal como se citó en el presente trabajo de tesis.
- Al diseñar los lazos de control relacionados al detector de señales (pig detector), se debe considerar los tiempos de respuesta de válvulas de apertura/cierre, y enclavamiento de ser necesario. Ya que por el tipo de señal NC (normalmente cerrada) puede requerir un enclavamiento como protección, y el tiempo de giro de la esfera de la válvula determinará realmente que los lazos puedan implementarse, ya que la distancia del RIO o PLC hasta la válvula y número de nodo influirá directamente en la ejecución de la tarea, esto se debe tener en cuenta al escribir el programar y verificar pruebas en vacío en campo.
- Al seleccionar el transmisor de flujo ultrasónico para realizar las lecturas se debe tener en cuenta que estos son unidireccionales y la lógica debe estar de acuerdo a ese sentido, es decir si se mide el flujo en el extremo “A” se accionará la válvula modulante en el extremo “B” y viceversa. Cabe mencionar, que existen dispositivos bidireccionales sin embargo consideran diferentes protocolos, configuraciones, alimentación eléctrica y requerimientos mecánicos para su medición medidos estos en cantidad de diámetros aguas arriba y aguas abajo o uso de atenuadores de flujo (que incrementan notablemente la instalación y reducen la cantidad de diámetros) para la correcta medición del flujo, ya que debe ser flujo laminar (con la menor cantidad de turbulencia en la tubería) para poder ser medido por este medio ultrasónico.
- Para la selección de cantidad de transmisores de presión estos dependerá de la geografía del proyecto, ya que si la tubería es hidráulicamente constante no necesitará mayor monitoreo de presión,

salvo para lazos de seguridad en casos de fuga y cierre/apertura de válvulas para evitar derrames.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 PETROPERU [Internet]. Petróleos del Perú S. A. [actualizado 22 Ene 2014; citado 13 Ene 2014]. Diesel Ultra (DIESEL B5 S-50 PETROPERÚ); [01 pantalla]. Disponible en: <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/Main.asp?Seccion=444>
- 2 Antonio Rodríguez Penin. Sistemas SCADA. 2da ed. MARCOMBO, Editoriales. MARCOMBO S. A. (Barcelona, España): Ediciones Técnicas 2007
- 3 PETROPERU [Internet]. Petróleos del Perú S. A. [actualizado 29 Ago 2008; citado 13 Ene 2014]. Petroperú inicia proceso de primera compra de Biodiesel en distintos puntos del país; [01 pantalla]. Disponible en: <http://www.petroperu.com.pe/portalweb/Main.asp?Seccion=3&IdItem=40>
- 4 ENERSUR GDF SUEZ [Internet]. ENERSUR GDF SUEZ [actualizado 20 Jun 2013; citado 13 Ene 2014]. Central Reserva Fría de Generación en Ilo de EnerSur entra en operación comercial; [01 pantalla].

Disponible en:

[http://www.enersur.com.pe/noticia\\_20062013.html#](http://www.enersur.com.pe/noticia_20062013.html#)

5 FleetMon [Internet]. FleetMon: Tracking the Seven Seas [actualizado 06 Jun 2014; citado 06 Jun 2014].

Oil Terminal Port; [01 pantalla]. Disponible en:

<http://www.fleetmon.com/es/vessels?s=oil%20terminal>

1

6 Complejo Portuario San Lorenzo - Puerto General San Martín [Internet]. Petroleras Y Derivados Del Complejo Portuario [actualizado 23 Mar 2006; citado 06 Jul 2014].

Refinería San Lorenzo S.A. (REFISAN) muelles 1, 2 Y 3 (Ex Y.P.F); [01 pantalla]. Disponible

en:

[http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos\\_fluviales/pto\\_san\\_lorenzo](http://www.nuestromar.org/servicios/puertos/puertos_fluviales/pto_san_lorenzo)

7 Puerto de Coronel. Puertos energéticos: La infraestructura como soporte de la matriz. [Internet].

2014 Ene [citado 06 Jul 2014]; [aproximado 02 p.].

Disponible en:

<http://www.puertodecoronel.cl/index.php/es/ulti-not/131-puertos-energeticos>

8 Intercoastal Marine Inc. [Internet]. República de Panamá: Intercoastal Marine, Inc. Corozal Oeste Edificio 335 Ancon. Muelle de Transferencia de combustible para Barcos / Melones Oil Terminal, Inc. [actualizado 24 Jul 2014; citado 24 Jul 2014]. [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://imi.com.pa/wpes/gallery-item/muelle-de-transferencia-de-combustible-para-barcos-melones-oil-terminal-inc/#7>

9 ODVA [Internet]. The CIP Advantage Technology Overview Series [actualizado 14 Abr 2015; citado 14 Abr 2015] Disponible en: [https://www.odva.org/Portals/0/Library/Publications\\_Numbered/PUB00193R0\\_CIP-Modbus\\_Integration\\_Overview.pdf](https://www.odva.org/Portals/0/Library/Publications_Numbered/PUB00193R0_CIP-Modbus_Integration_Overview.pdf)

10 INDECOPI [Internet]. PROCOBRE - PERU [actualizado 28 Ago 2014; citado 28 Ago 2014]. Normas Técnicas Peruanas – Sistema de conexión a Tierra; [09 hojas]. Disponible en: [http://www.procobre.org/archivos/peru/normas\\_tecnicas\\_peruanas\\_sistema\\_tierra.pdf](http://www.procobre.org/archivos/peru/normas_tecnicas_peruanas_sistema_tierra.pdf)

11 INDECOPI [Internet] R.0069-99/INDECOPI-CRT [actualizado 13 Dic 1999; citado 28 Ago 2014]. Normas Técnica Peruana NTP 370.053 – 1999; [10 páginas]. Disponible en:

<http://www.bvindicopi.gob.pe/normas/370.053.pdf>

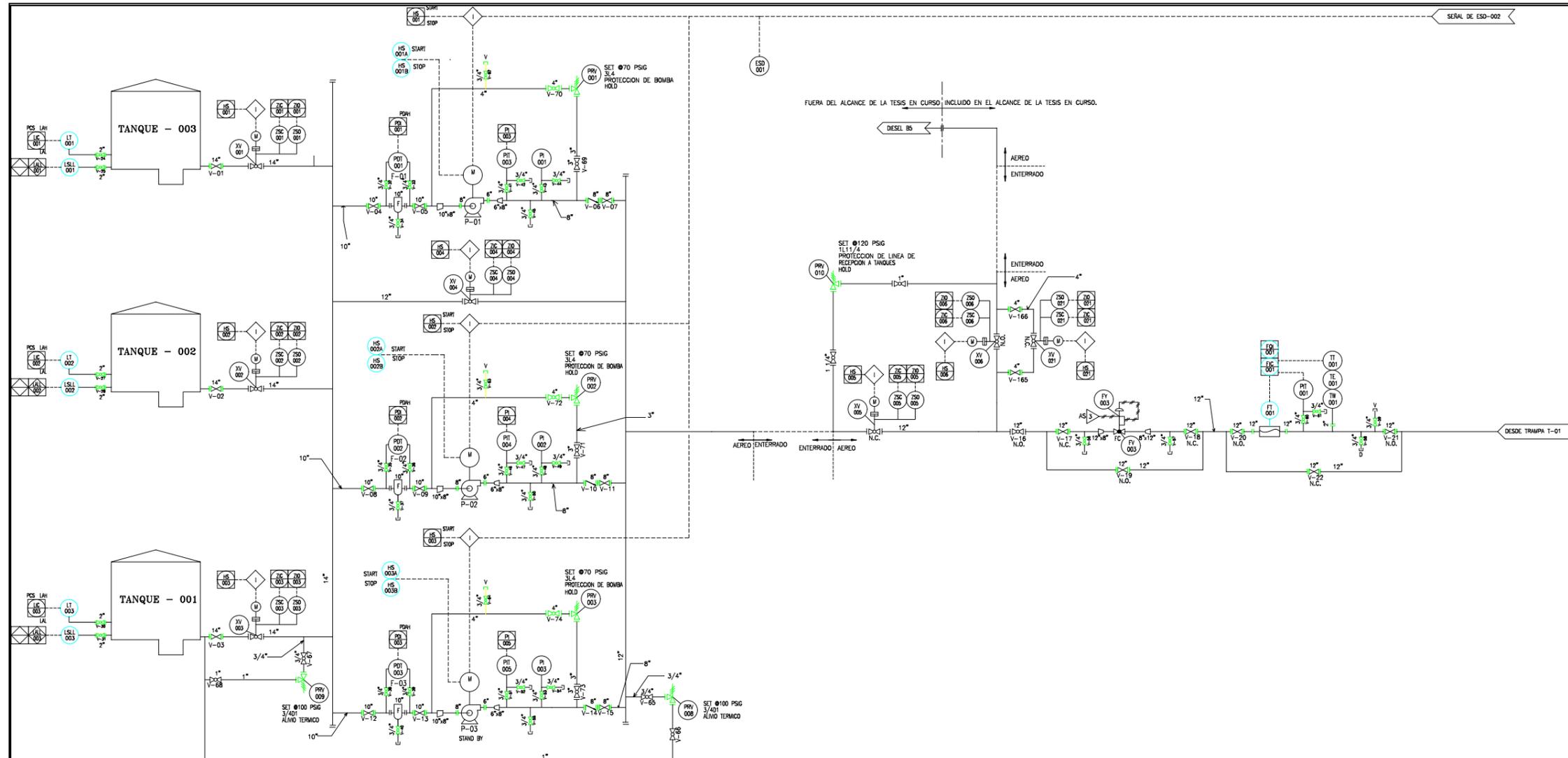
12 INDECOPI [Internet] R.0103-2002/INDECOPI-CRT [actualizado 26 Oct 2002; citado 28 Ago 2014]. Normas Técnica Peruana NTP 370.301 – 2002; [47 páginas]. Disponible en:

<http://www.bvindicopi.gob.pe/normas/370.301.pdf>

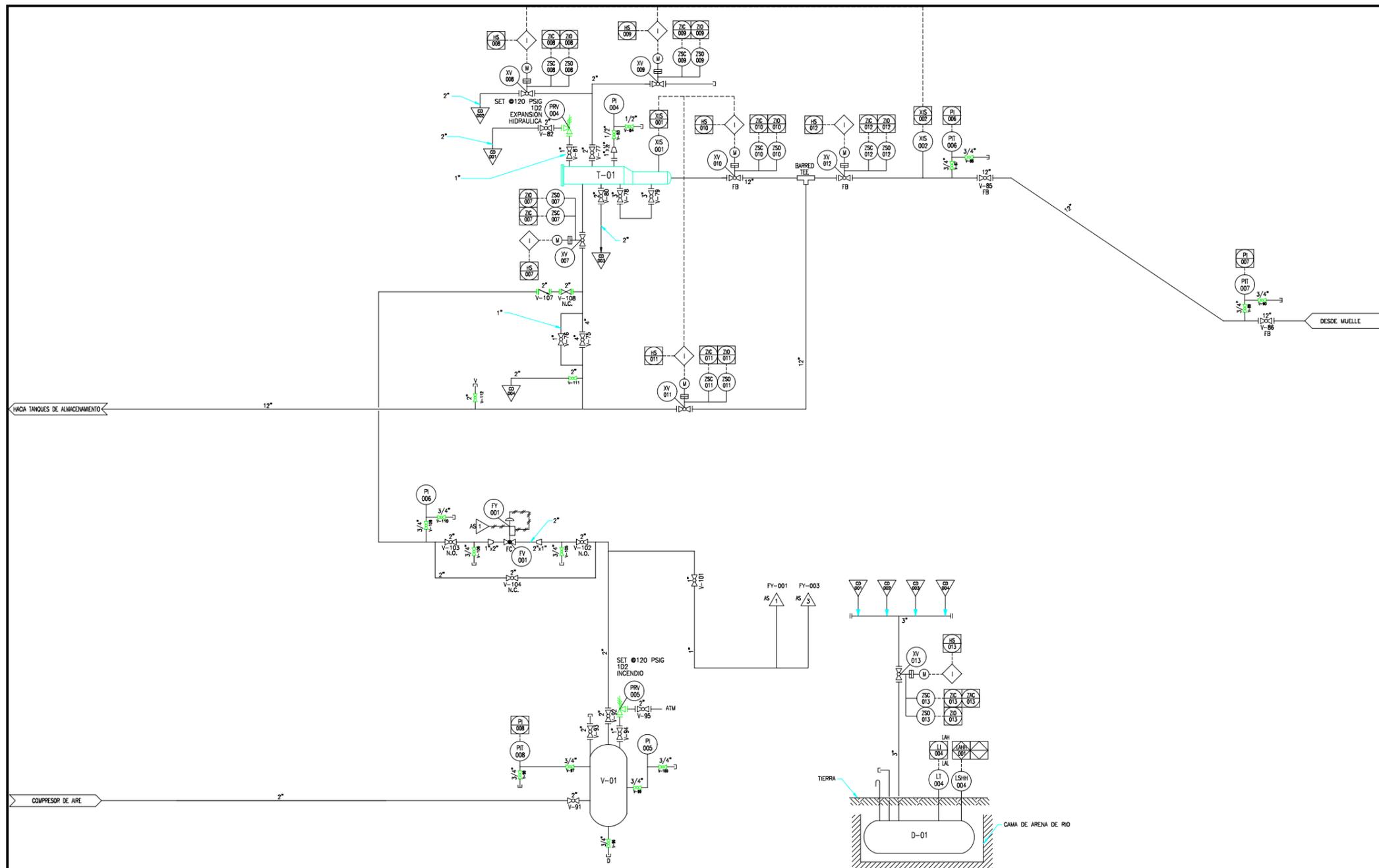
## ANEXOS

## Anexo A: Diagramas de Tuberías e Instrumentación

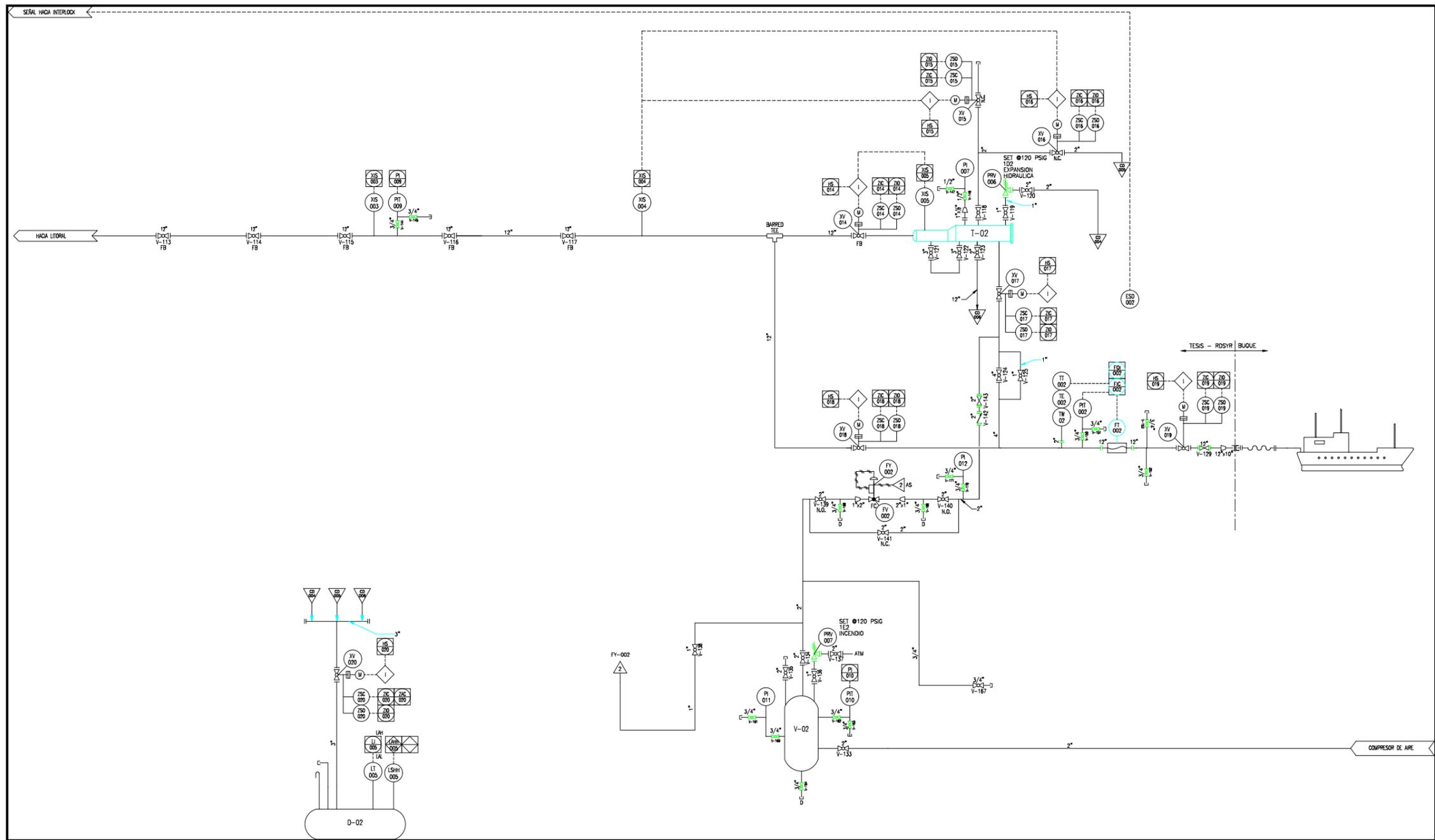
- P&ID 001 – Recepción / Devolución: Zona de tanques en litoral.



- P&ID 002 – Recepción / Devolución: Zona de trampa de recepción en litoral.



- P&ID 003 – Recepción / Devolución: Zona de trampa de recepción en muelle.









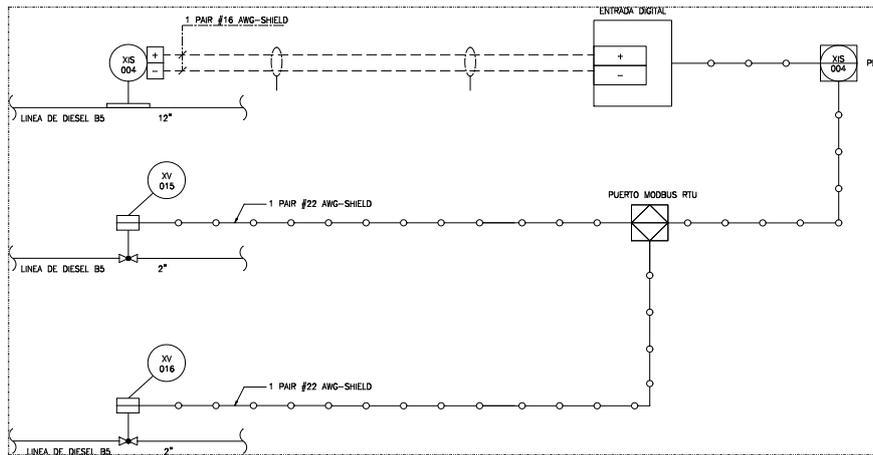




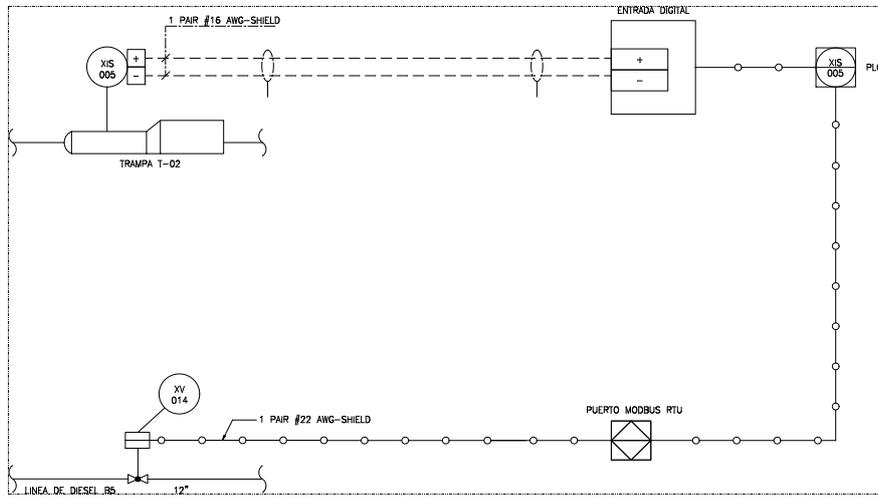


## Anexo C: Lazos de control.

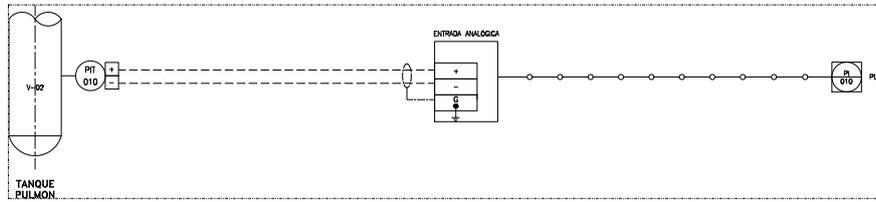
- Lazo #001: Activación de entrada Detector de señal (Pig detector) XIS – 004.



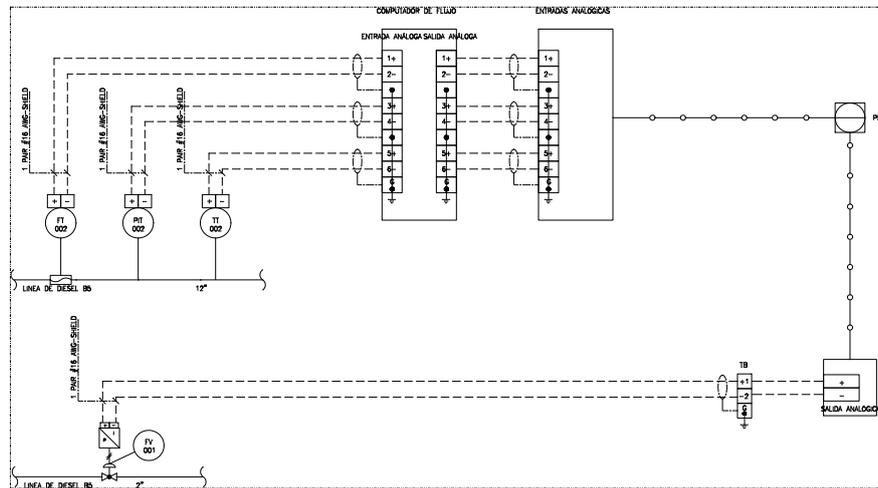
- Lazo #002: Activación de entrada Detector de señal (Pig detector) XIS – 005.



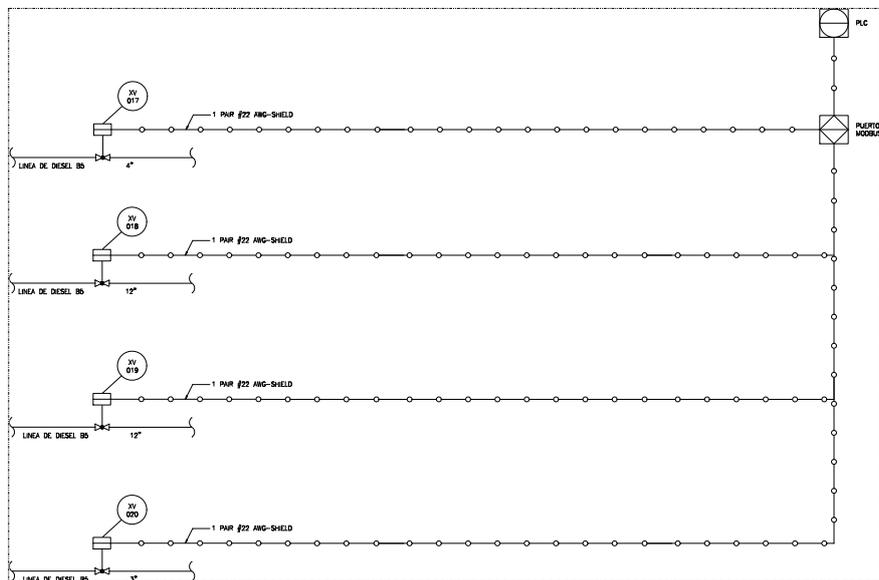
- Lazo #003: Lectura en Transmisor de Presión PIT – 010.



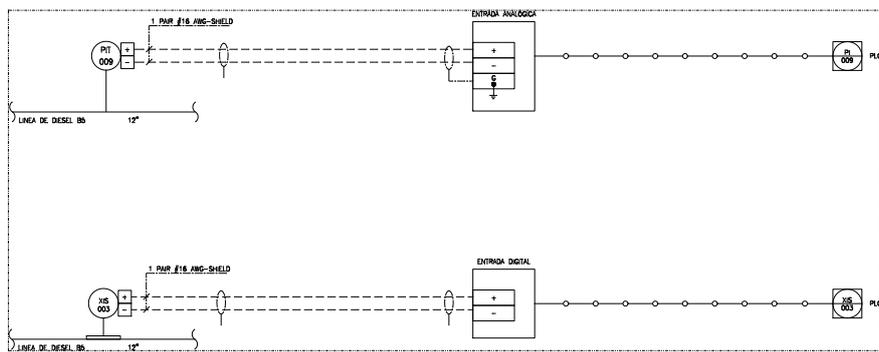
- Lazo #004: Acción sobre Válvula de Control FV – 001.



- Lazo #005: Acción de válvulas automáticas XV – 017 / 018 / 019 / 020.

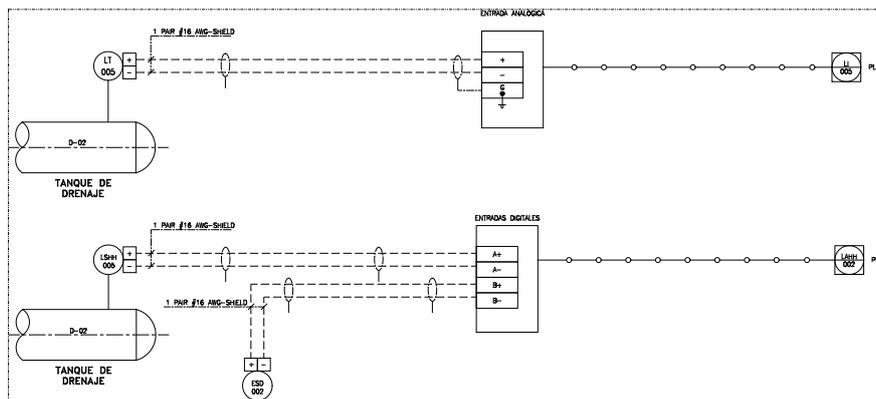


- Lazo #006: Lectura de Transmisor de Presión PIT – 009 y Detector de Paso XIS – 003.

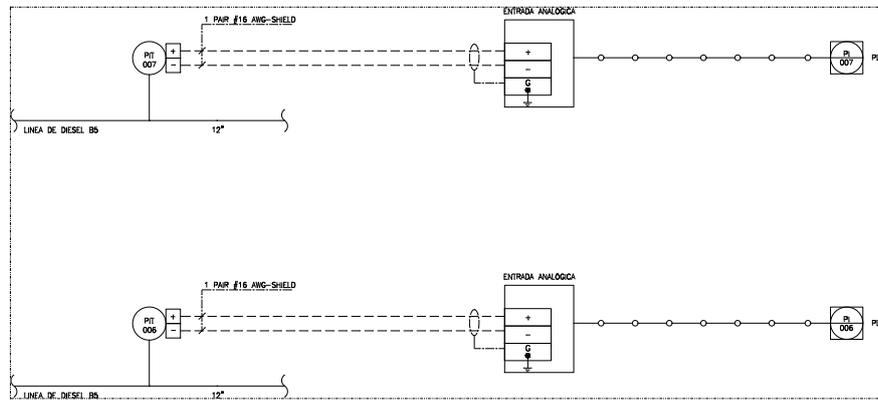




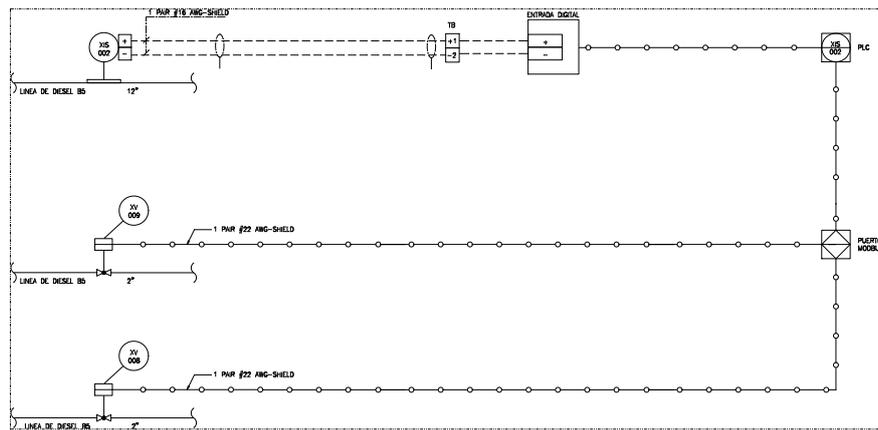
- Lazo #007: Lectura de transmisor de nivel LT – 005, interruptor de nivel alto-alto LSHH – 005 y parada de emergencia ESD – 002.



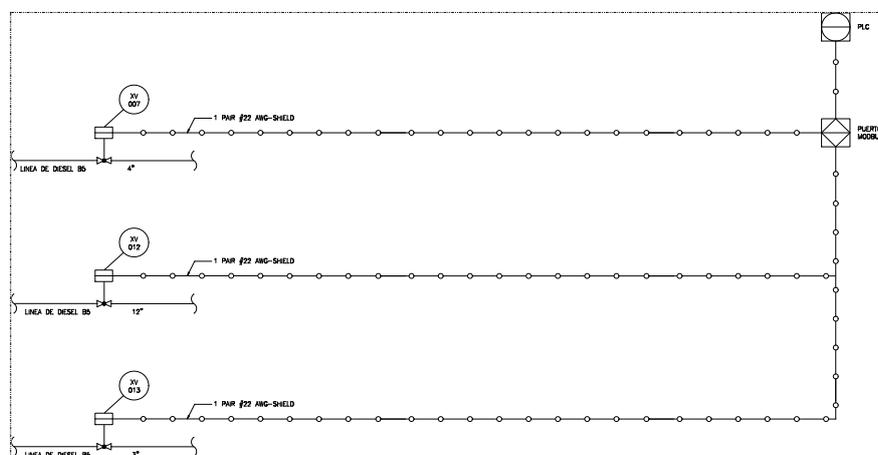
- Lazo #008: Lecturas de los transmisores de presión PIT – 006 y PIT – 007.



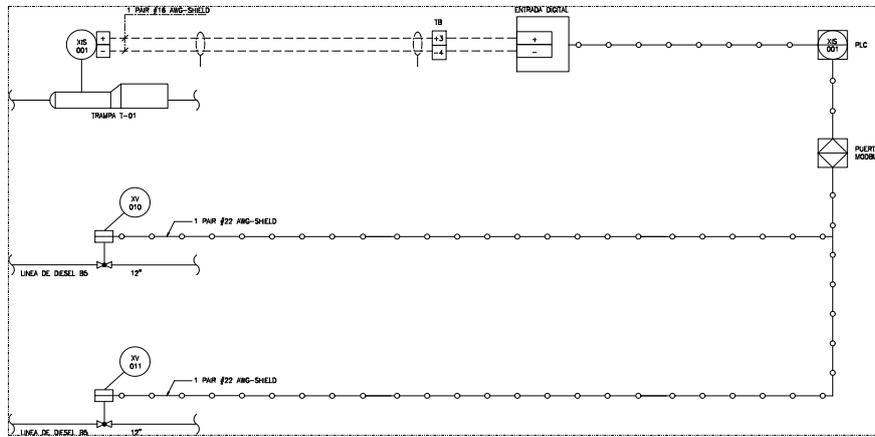
- Lazo #009: Lectura en Detector de Paso XIS – 002 y accionamiento sobre las válvulas automáticas XV – 008 / 009.



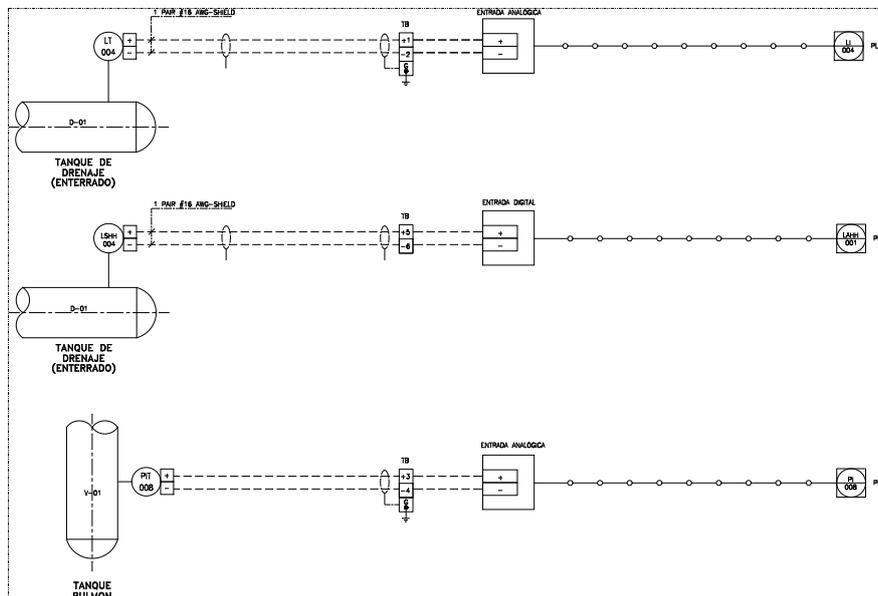
- Lazo #010: Accionamiento en las válvulas automáticas XV – 007 / 012 / 013.



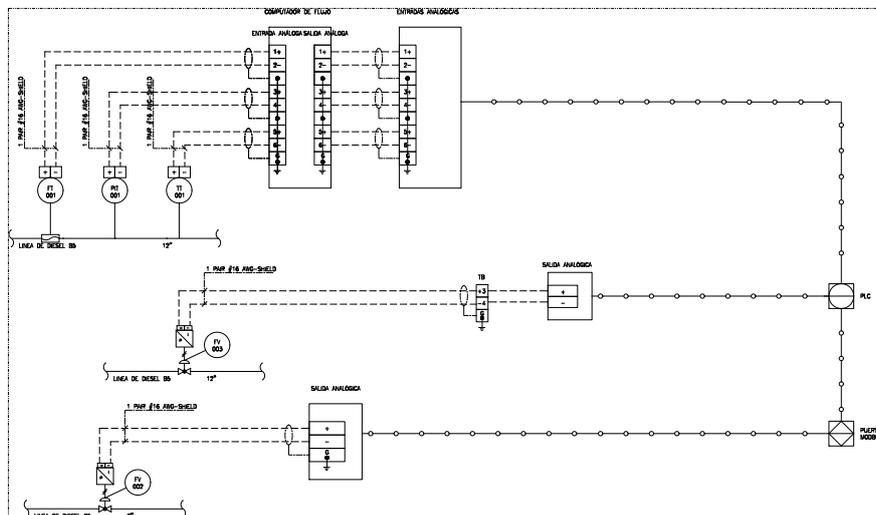
- Lazo #011: Lectura en Detector de Paso XIS – 001 y accionamiento sobre las válvulas automáticas XV – 010 / 011.



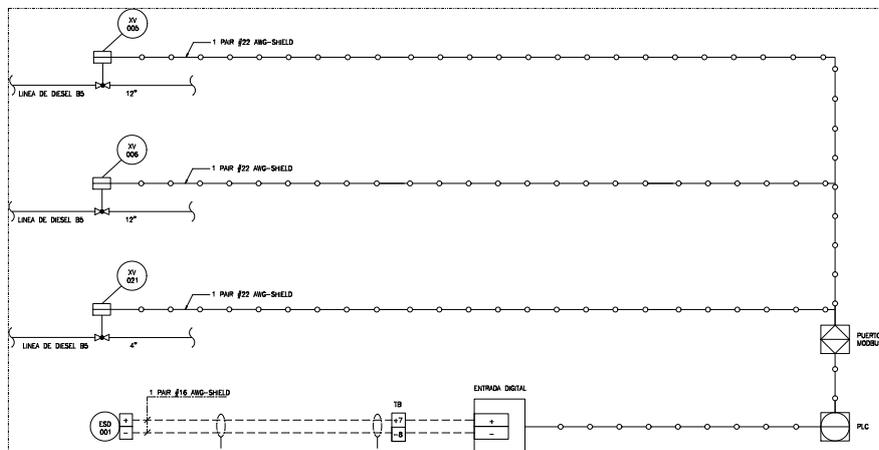
- Lazo #012: Lecturas en Transmisor de nivel LT – 004, Interruptor de nivel LSHH – 004 y Transmisor de Presión PIT – 008.



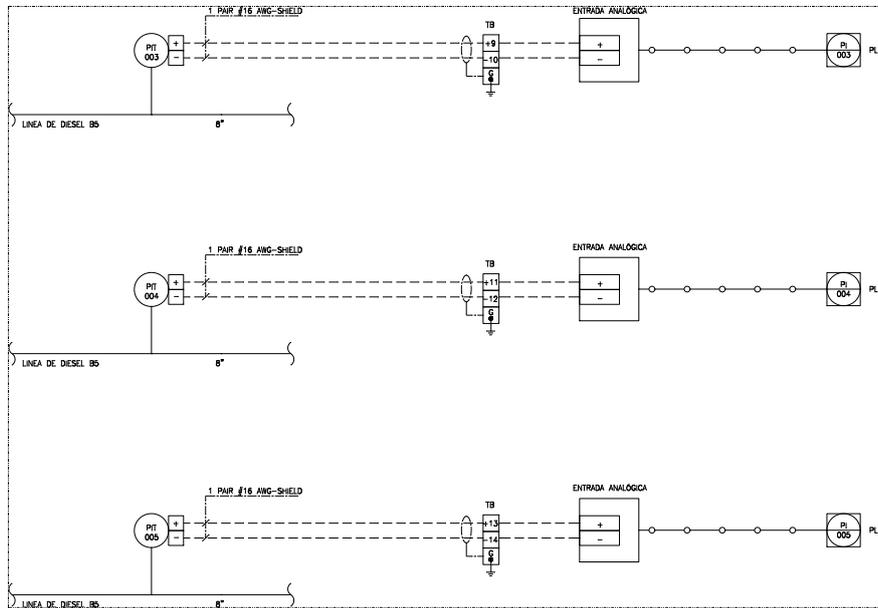
- Lazo #013: Acción sobre válvulas de control FV – 002 / 003.



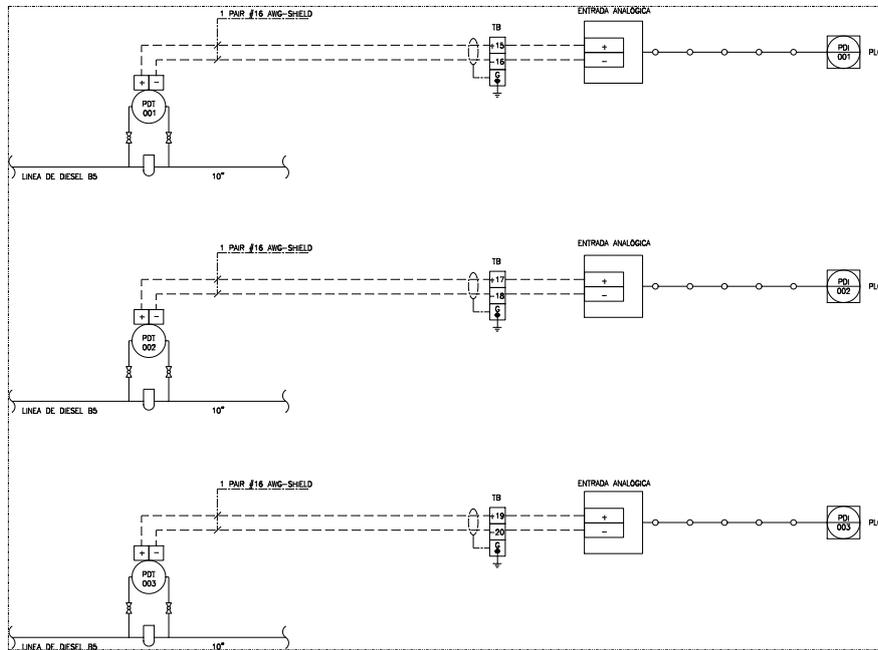
- Lazo #014: Acción sobre válvulas automáticas XV – 005 / 006 / 012 y lectura en Parada de Emergencia ESD – 001.



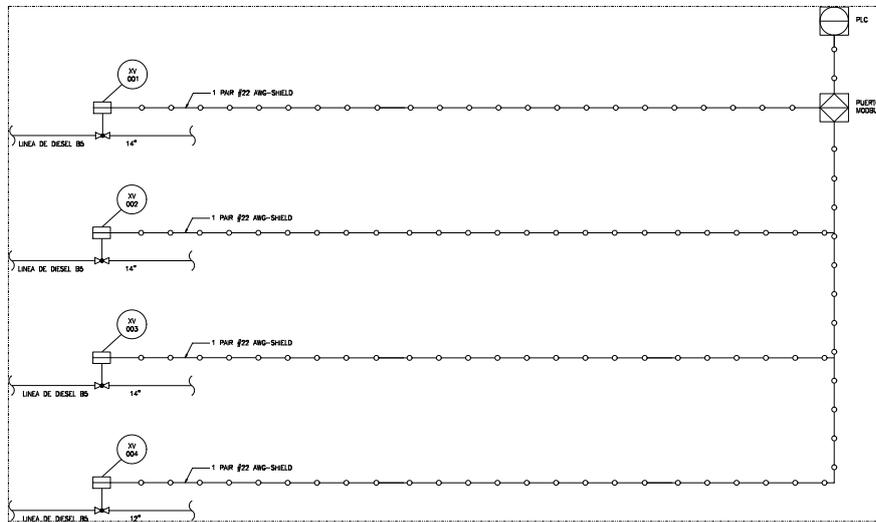
- Lazo #015: Lectura en Transmisores de Presión PIT – 003 / 004 / 005.



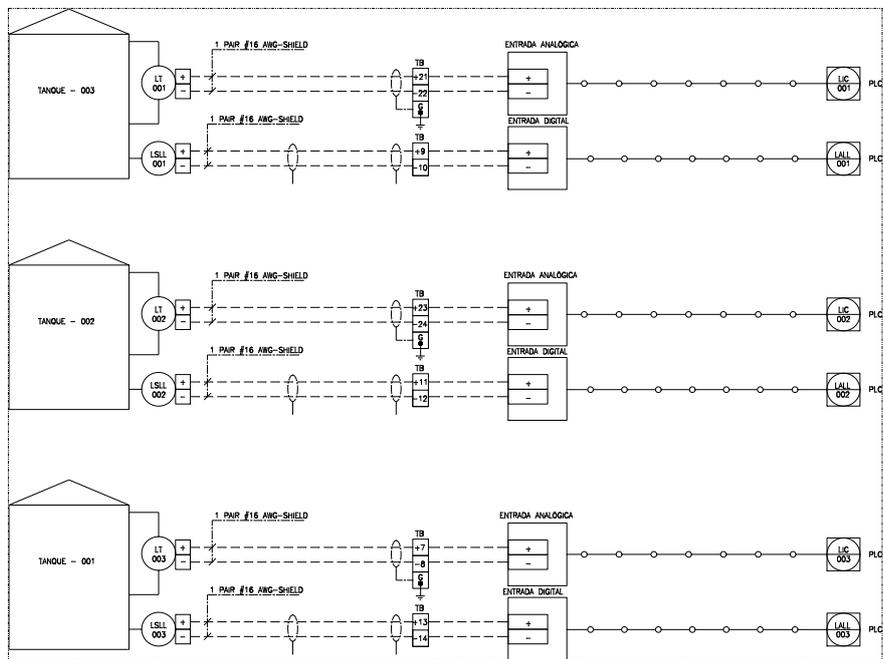
- Lazo #016: Lectura de Transmisores de Presión Diferencial PDIT – 001 / 002 / 003.



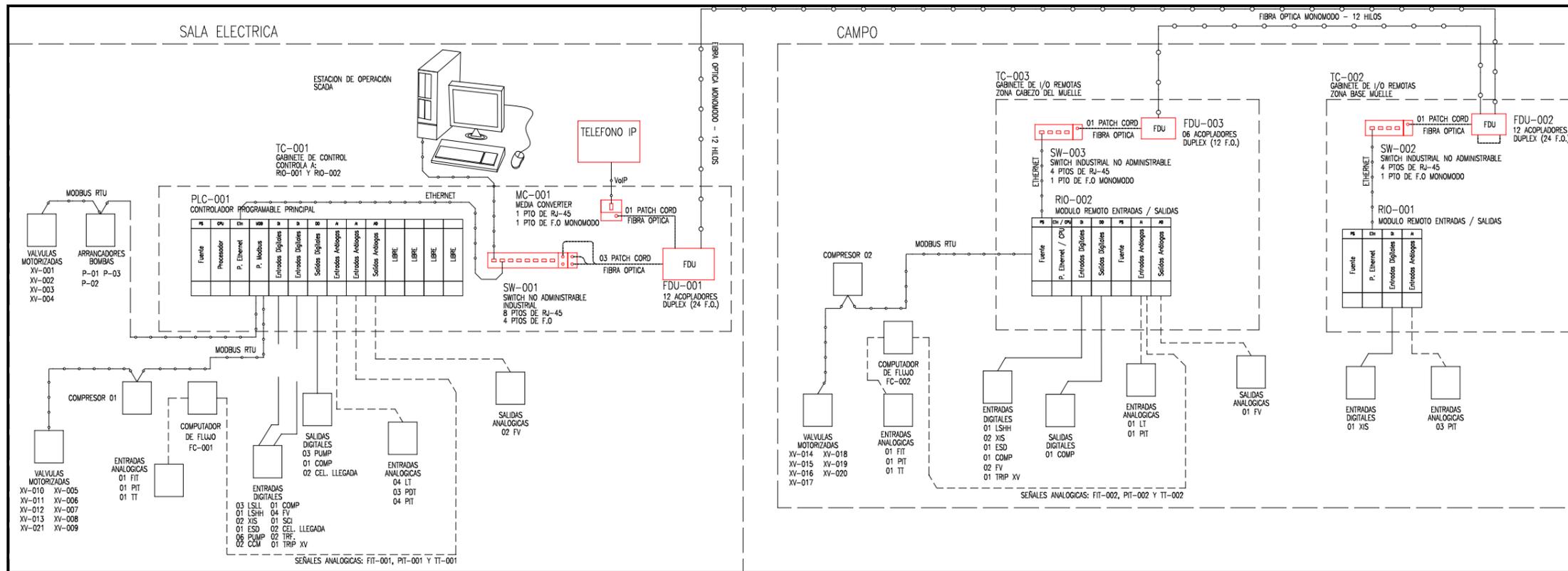
- Lazo #017: Accionamiento en Válvulas Automáticas XV – 001 / 002 / 003 / 004.



- Lazo #018: Lectura de Transmisor de Nivel LT – 001 / 002 / 003 e Interruptores de Nivel Bajo-Bajo LSSL – 001 / 002 / 003.



# Anexo D: Arquitectura de control del sistema de descarga/carga de combustible.



## Anexo E: Generalidades eléctricas del sistema.

- Descripción en el cuarto de celdas
  - **Consideraciones generales:** estarán diseñadas y ensayadas a prueba de arco interno con el propósito de proteger a los operadores y mantenedores que trabajen en estas, de acuerdo a la norma IEC 60298. Las cajas envolventes de las celdas deben ser fabricadas con plancha de acero galvanizado.
  - **(C. Ll.) Celda de llegada:** encargada de recibir los 6.9KV del sistema existente. De acuerdo a las siguientes características técnicas:

### i. Características técnicas:

- Tensión nominal: 6.9 kV.
- Corriente nominal: 630 A.
- Fases: 3.
- Tensión de aislamiento: 125 kV BIL (Basic Insulation Level – Nivel de aislamiento básico).
- Grado de protección: IP 54.
- Intensidad de corta duración: 20 kA a 3 segundos.
- **(C. M.) Celda de medición:** encargada de realizar la medición en cada fase de tensión y corriente, utiliza un medidor multifunción para realizar esta tarea, pudiendo obtener los datos de consumo desde este punto, cuenta con comunicación directa por Modbus RTU con el PLC (envía señales solo de lectura). De acuerdo a las siguientes características técnicas:

### ii. Características técnicas:

- Tensión nominal: 6.9 kV.
- Fases: 3.
- Grado de protección: IP 54.

- Intensidad de corta duración: 20 kA a 3 segundos.
  - **(C. T.) Celda de transformación:** encargada de transformar 6.9/48 kV al sistema para la utilización y energización del mismo, cuenta con alarma de alta temperatura directa al PLC. De acuerdo a las siguientes características técnicas:
    - Características de celda de transformación:
      - Tipo de transformador: Seco.
      - Material de planchas: Fe de 1.5 mm.
      - Protección (parte superior): IP 21.
      - Protección de otros sectores: IP 54.
        - Características transformador seco:
          - Potencia: 500 kVA.
          - Tensión nominal en vacío: 6.0 kV (Primario).
          - Tensión nominal en vacío: 0.48 kV (Secundario).
          - Tensión de cortocircuito: 5 %
          - Frecuencia nominal: 60 Hz.
          - Fases: 3.
          - Conexión: Triángulo.
          - Grupo de conexión: Dyn5.
          - Niveles de aislamiento: 24 kV (Primario)
          - Niveles de aislamiento: 1.1 kV (Secundario)
          - Servicio: Continuo.
          - Tipo de arrollamiento: Encapsulado en molde.
          - Núcleo: De hierro laminado en frío.
          - Material de arrollamiento: Cobre.
          - Corriente de vacío: 0.9 %

- Valores de descargas parcial: <10 pC.
- Clase térmica: F.
- Sobre temperatura: 100 °C
  
- Descripción en el cuarto de CCM
  - **(CCM) Centro de Control de Motores:** es el tablero general donde controla la alimentación independientemente de las bombas de recirculación/devolución, compresor y válvulas automáticas de litoral, también se encuentra un transformador que va de 480/220 VAC que alimenta los tableros de UPS, iluminación y sala de control. De acuerdo a las siguientes características técnicas:
    - Características técnicas para el tablero de bombas:
- Tensión de servicio: 480 VAC.
- Fases: 3.
- Barras horizontales: 800 A.
- Barras verticales: 800 A.
- Barras de tierra: 300 A.
- Capacidad de interrupción: 65 kA.
- Grado de protección: NEMA 12 o equivalente IP 54.
  - **(UPS) Tablero UPS (Uninterruptible Power Supply – Sistema de Alimentación Ininterrumpida):** responsable de brindar una onda filtrada (sin picos, pese a los filtros en cada transformador) al PLC, PC industrial y SCI (Sistema Contra Incendios), cuenta con una tensión de servicio 220VAC monofásico, con el propósito de sostener el sistema por 30 minutos. De acuerdo a las siguientes características y equipamiento:
    - Características técnicas:

- Tensión de servicio: 220 VAC.
- Fases: 1.
- Grado de protección: NEMA 12 o equivalente IP 54.
- Material de planchas: Fe de 1.5 mm.
  - **(T. Ilu.) Tablero de iluminación:** contiene los interruptores de iluminación de la subestación descrita, depende de los sistemas de energía descritos anteriormente, el nivel de tensión es de 220VAC. De acuerdo a las siguientes características y equipamiento:
    - Características técnicas:
- Tensión de servicio: 220 VAC.
- Fases: 3.
- Grado de protección: NEMA 12 o equivalente IP 54.
- Material de planchas: Fe de 1.5 mm.
  
- Descripción general en el cuarto de control:
  - **PLC:** PLC principal del sistema de control de descarga de combustible (será descrito en el sistema de control).
  - **SCI:** Sistema Contra Incendios del sistema de control de descarga de combustible (será descrito en el sistema de control).
  - **CF:** Computador de flujo de litoral (será descrito en el sistema de control).
  - **PC:** Computador industrial – SCADA del sistema de control de descarga de combustible (será descrito en el sistema de control).
  
- Descripción en la sala eléctrica existente:

- **(S. E.)** Sistemas de fuerza existentes para diferentes servicios de la locación.
- **Sistemas nuevos:** constan de Tablero de válvulas motorizadas Tab-Mov (T. V.), Tablero de UPS2 (T. U.), Tablero de Control (TC3) y Computador de Flujo 2 (CF2).
  - **(T.V.) Tablero de válvulas motorizadas Tab-Mov:** responsable de controlar el accionamiento/parada local y remoto de las válvulas automáticas ubicadas en la zona del muelle. De acuerdo a las siguientes características y equipamiento:
    - Características técnicas:
      - Tensión de servicio: 480 VAC.
      - Fases: 3.
      - Grado de protección: IP54.
      - Material de planchas: Fe de 2.00 mm.
    - **(T.U.) Tablero de UPS2:** responsable de brindar una onda filtrada (sin picos, pese a los filtros en cada transformador) a los módulos remotos RIO-1 (remote in out: unidad remota de entradas y salidas) y RIO-2, cuenta con una tensión de servicio 220VAC monofásico, con el propósito de sostener el sistema por 30 minutos. De acuerdo a las siguientes características y equipamiento:
      - Características técnicas:
        - Tensión de servicio: 220 VAC.
        - Fases: 1.
        - Grado de protección: NEMA 12 o equivalente IP 54.
        - Material de planchas: Fe de 1.5 mm.
- a. **(TC3) Tablero de control 3:** Modulo remoto I/O del sistema de control. (será descrito en el sistema de control).
- b. **(CF2) Computador de flujo 2:** Computador de flujo ubicado en plataforma. (Será descrito en el sistema de control).

## Anexo F: Especificación de Instrumentación.

- Transmisores de flujo:

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>                 |                               |
|--|-------------------------------|
| TAG  | FIT – 001 / FIT – 002         |
| Cantidad                                   | 02                            |
| Área clasificada                           | Clase 1, División 2           |
| Protección de ingreso                      | IP 65                         |
| <b>DATOS DEL PROCESO</b>                   |                               |
| Fluido                                     | Diesel B5                     |
| Estado                                     | Líquido                       |
| Rango de operación (flujo)                 | 0 – 3,000 GPM                 |
| Temperatura de operación                   | 70 °F                         |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR</b>         |                               |
| Tipo de instrumento                        | Transmisor Indicador de Flujo |
| Tipo de Sensor (elemento)                  | Ultrasónico                   |
| Número de <i>paths</i> (sensores)          | 03 pares                      |
| Diámetro de línea (pulgadas)               | 12"                           |
| Tipo de brida y clase                      | RF* / 150 ANSI                |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS</b>       |                               |
| Alimentación independiente                 | 24 VDC                        |
| Salida analógica independiente             | 01 x 4 – 20 mA                |
| Protocolo para configuración               | HART                          |
| Lectura en el medidor                      | Pantalla LCD                  |
| <b>CERTIFICACIONES</b>                     |                               |
| UL para Clase 1, División 1, Grupo D. ATEX |                               |

\* Raised Face, Cara con resalte.

NOTA: La temperatura de operación es al interior de la tubería.

- Computadores de flujo:

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>  |                                     |
|---|-------------------------------------|
| TAG   | FIC – 001 / FIC – 002               |
| Cantidad  | 02                                  |
| Ubicación   | Interior de sala eléctrica          |
| Tipo de montaje   | Panel (en gabinete)                 |
| Tipo de instrumento   | Procesador de datos (electrónico)   |
| <b>VARIABLES DEL PROCESO / Proveniente de instrumentos de campo</b> |                                     |
| Fluido  | FIT (0 - 7,000 GPM)                 |
| Señal de entrada  | 4 - 20 mA                           |
| Presión   | PIT (0 - 200 PSIG)                  |
| Señal de entrada  | 4 - 20 mA                           |
| Temperatura   | TT (55 - 120 °F)                    |
| Señal de entrada  | 4 - 20 mA                           |
| <b>DATOS A OBTENER / Serán enviados al PLC</b>                      |                                     |
| Flujo Compensado  | Por comunicación Modbus RTU (RS485) |
| Flujo Másico  | Por comunicación Modbus RTU (RS485) |
| Flujo Totalizado  | Por comunicación Modbus RTU (RS485) |
| Flujo actual  | Salida analógica (4 - 20 mA)        |
| Presión   | Salida analógica (4 - 20 mA)        |
| Temperatura   | Salida analógica (4 - 20 mA)        |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS</b>                                |                                     |
| Alimentación independiente  | 24 VDC                              |
| Entrada analógica independiente                                     | 04 x 4 – 20 mA                      |
| Salida analógica independiente                                      | 04 x 4 – 20 mA                      |
| Puerto de comunicación  | RS-485 (03 hilos)                   |
| Protocolo de comunicación   | Modbus RTU                          |
| Lectura en el dispositivo   | Pantalla LCD                        |
| Control local   | IHM (Interface Hombre-Máquina)      |
| Acceso a configuración  | Puerto RS232                        |

- Transmisores de presión manométrica:

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>           |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| TAG                                  | PIT – 001 / ... / PIT – 010     |
| Cantidad                             | 10                              |
| Área clasificada                     | Clase 1, División 2             |
| Protección de ingreso                | IP 65                           |
| <b>DATOS DEL PROCESO</b>             |                                 |
| Fluido                               | Diesel B5                       |
| Estado                               | Líquido                         |
| Rangos de operación (presión)        | -                               |
| PIT-001                              | 0 - 100 PSIG                    |
| PIT-002 / ... / PIT-009              | 0 - 200 PSIG                    |
| PIT-010                              | 0 - 300 PSIG                    |
| Temperatura de operación             | 82 °F                           |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR</b>   |                                 |
| Tipo de instrumento                  | Transmisor Indicador de Presión |
| Montaje                              | En línea (sobre manifold)       |
| Tipo de encerramiento                | A prueba de explosión           |
| Tipo de sensor (elemento)            | Diafragma                       |
| Exactitud                            | +/- 0.065% del SPAN             |
| Material del elemento / cuerpo       | SS 316 / 150#                   |
| Conexión al proceso                  | 3/4" NPT                        |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MANIFOLD</b>  |                                 |
| Tipo                                 | 02 vías                         |
| Conexiones                           | 1/2" NPT                        |
| Material                             | SS 316                          |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS</b> |                                 |
| Alimentación por lazo                | 24 VDC / 4 - 20 mA              |
| Protocolo para configuración         | HART                            |
| Lectura en el medidor                | Pantalla LCD                    |

\*SS: *Stainless Steel*, Acero Inoxidable.

NOTA: La temperatura de operación es al interior de la tubería.

- Transmisores de presión diferencial:

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>           |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| TAG                                  | PDIT – 001 / ... / PDIT – 003 |
| Cantidad                             | 03                            |
| Área clasificada                     | Clase 1, División 2           |
| Protección de ingreso                | IP 65                         |
| <b>DATOS DEL PROCESO</b>             |                               |
| Fluido                               | Diesel B5                     |
| Estado                               | Líquido                       |
| Rango de operación (presión)         | 0 - 3 PSI                     |
| Temperatura de operación             | 82 °F                         |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR</b>   |                               |
| Tipo de instrumento                  | Indicador / Transmisor        |
| Montaje                              | En línea (sobre manifold)     |
| Tipo de encerramiento                | A prueba de explosión         |
| Tipo de sensor (elemento)            | Diafragma                     |
| Exactitud                            | +/- 0.065% del SPAN           |
| Material del elemento / cuerpo       | SS 316 / 150#                 |
| Conexión al proceso                  | 3/4" NPT                      |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MANIFOLD</b>  |                               |
| Tipo                                 | 05 vías                       |
| Conexiones                           | 1/2" NPT                      |
| Material                             | SS 316                        |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS</b> |                               |
| Alimentación por lazo                | 24 VDC / 4 - 20 mA            |
| Protocolo para configuración         | HART                          |
| Lectura en el medidor                | Pantalla LCD                  |

NOTA: La temperatura de operación es al interior de la tubería.

- Transmisores de nivel:

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b> |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| TAG                        | LIT – 001 / ... / LIT – 005 |
| Cantidad                   | 05                          |
| Área clasificada           | Clase 1, División 2         |
| Protección de ingreso      | IP 65                       |
| <b>DATOS DEL PROCESO</b>   |                             |

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Fluido   | Diesel B5                    |
| Estado   | Líquido                      |
| Rangos de operación (nivel)                              | -                            |
| LIT-001 / ... / LIT-003                                  | 0 - 3 PSI                    |
| LIT-004  | 0 - 1.5 m                    |
| LIT-005  | 0 - 3.5 m                    |
| Temperatura de operación                                 | 82 °F                        |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR (LIT-001/.../LIT-003)</b> |                              |
| Tipo de instrumento                                      | Indicador / Transmisor       |
| Tipo de transmisor                                       | Presión diferencial          |
| Montaje  | Bridado a boquilla de tanque |
| Tipo de encerramiento                                    | A prueba de explosión        |
| Tipo de sensor (elemento)                                | Diafragma                    |
| Exactitud  | +/- 0.065% del SPAN          |
| Material del elemento                                    | SS 316                       |
| Conexión al proceso / tipo                               | 2" / RF #150                 |
| Material de la brida                                     | Acero al carbón              |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR (LIT-004/LIT-005)</b>     |                              |
| Tipo de instrumento                                      | Indicador / Transmisor       |
| Montaje  | Bridado a boquilla de tanque |
| Tipo de encerramiento                                    | A prueba de explosión        |
| Tipo de sensor (elemento)                                | Flotante                     |
| Material del elemento                                    | SS 316                       |
| Conexión al proceso / tipo                               | 2" / RF #150                 |
| Material de la brida                                     | Acero al carbón              |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS</b>                     |                              |
| Alimentación por lazo                                    | 24 VDC / 4 - 20 mA           |
| Protocolo para configuración                             | HART                         |
| Lectura en el medidor                                    | Pantalla LCD                 |

NOTA: La temperatura de operación es al interior de la tubería.

- Transmisores de temperatura:

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b> |                     |
| TAG                        | TT – 001 / TT – 002 |
| Cantidad                   | 02                  |
| Área clasificada           | Clase 1, División 2 |
| Protección de ingreso      | IP 65               |
| <b>DATOS DEL PROCESO</b>   |                     |

|                                      |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Fluido                               | Diesel B5                      |
| Estado                               | Líquido                        |
| Rango de temperatura de diseño       | 55 - 120 °F                    |
| Rango de temperatura ambiente        | 55 - 120 °F                    |
| Rango de presión                     | 50 - 150 PSIG                  |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR</b>   |                                |
| Tipo de instrumento                  | Transmisor                     |
| Tipo de sensor (elemento)            | RTD                            |
| Exactitud                            | +/- 0.18% del SPAN             |
| Tipo de RTD                          | PT 100                         |
| Montaje                              | Bridado a boquilla de la línea |
| Resistencia, Ohm/ °C                 | 100 Ohm @ 0 °C                 |
| Material del termo pozo              | SS 316                         |
| Conexión al proceso / tipo           | 2" / RF #150                   |
| Material de la brida                 | SS 316                         |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS</b> |                                |
| Alimentación por lazo                | 24 VDC / 4 - 20 mA             |
| Protocolo para configuración         | HART                           |

- Interruptores de nivel bajo-bajo:

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>         |  |
| TAG                                | LSLL-001/... /LSLL-003                     |
| Cantidad                           | 03   |
| Área clasificada                   | Clase 1, División 2                        |
| Protección de ingreso              | IP 65                                      |
| <b>DATOS DEL PROCESO</b>           |  |
| Fluido                             | Diesel B5                                  |
| Estado                             | Líquido                                    |
| Señal de activación                | 0.30 m (desde la base del tanque)          |
| Temperatura de operación           | 82 °F                                      |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR</b> |  |
| Tipo de instrumento                | Indicador / Alarma                         |
| Montaje                            | Bridado a boquilla de tanque               |
| Tipo de encerramiento              | A prueba de explosión                      |
| Tipo de sensor (elemento)          | <i>Vibrating Fork</i> (Trinche vibratorio) |
| Principio del sensor               | Piezoeléctrico oscilador (frecuencia)      |
| Material del elemento              | SS 316                                     |
| Conexión al proceso / tipo         | 2" / RF #150                               |

|                                      |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| Material de la brida                 | Acero al carbón |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS</b> |                 |
| Alimentación independiente           | 24 VDC          |
| Salida independiente                 | Relay SPDT*     |
| Lectura en el medidor                | LEDs            |

\*SPDT: *Single Pole Double Throw*, Relay de Toque Doble Unipolar.

NOTA: La temperatura de operación es al interior de la tubería.

- Interruptores de nivel alto-alto:

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>           |   |
| TAG                                  | LSHH-004 / LSHH-005                                     |
| Cantidad                             | 02  |
| Área clasificada                     | Clase 1, División 1                                     |
| Protección de ingreso                | IP 65   |
| <b>DATOS DEL PROCESO</b>             |   |
| Fluido                               | Diesel B5   |
| Estado                               | Líquido   |
| Señal de activación                  | - 0.30 m (desde el techo)                               |
| Temperatura de operación             | 82 °F   |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR</b>   |   |
| Tipo de instrumento                  | Alarma  |
| Montaje                              | Flotante  |
| Tipo de encerramiento                | A prueba de explosión                                   |
| Tipo de sensor (elemento)            | Boya de nivel   |
| Principio del sensor                 | Posición vertical abierto / Posición horizontal cerrado |
| Material del elemento                | Polímero  |
| Conexión al proceso / tipo           | 2" / RF #150  |
| Material de la brida                 | Acero al carbón   |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS</b> |   |
| Alimentación independiente           | 24 VDC  |
| Salida independiente                 | Protector galvánico - aislador de pulsos                |
| Lectura en el medidor                | No tiene indicador local                                |

NOTA: La temperatura de operación es al interior de la tubería.

- Detectores de chanco (pig):

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>           |  |
|--------------------------------------|--|
| TAG                                  | XIS – 001 / ... / XIS – 005              |
| Cantidad                             | 05                                       |
| Área clasificada                     | Clase 1, División 2                      |
| Protección de ingreso                | IP 65                                    |
| <b>DATOS DEL PROCESO</b>             |  |
| Fluido                               | Diesel B5                                |
| Estado                               | Líquido                                  |
| Señal de activación                  | Bandera mecánica e Indicador eléctrico   |
| Temperatura de operación             | 82 °F                                    |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR</b>   |  |
| Tipo de instrumento                  | Indicador / Transmisor                   |
| Tipo de sensor (elemento)            | Intrusivo (en tubería de fluido)         |
| Lectura del sensor                   | Bidireccional                            |
| Montaje                              | Vertical                                 |
| Material del sensor intrusivo        | SS 316                                   |
| Conexión al proceso / tipo           | En boquilla roscada soldada a la tubería |
| Material del cople / boquilla        | SS 316                                   |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS</b> |  |
| Alimentación independiente           | 220 VAC                                  |
| Salida independiente                 | Relay SPDT                               |
| Lectura en dispositivo               | Indicador local mecánico (bandera)       |

NOTA: La temperatura de operación es al interior de la tubería.

- Pulsadores de parada de emergencia (ESD):

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b> |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| TAG                        | ESD – 001 / ESD – 002 |
| Cantidad                   | 02                    |
| Área clasificada           | Clase 1, División 2   |
| Protección de ingreso      | NEMA 4X               |

| <b>CARACTERÍSTICAS DEL PULSADOR</b> |  |
|-------------------------------------|--|
| Salida de contactos                 | 02 NC (Normalmente cerrado)                    |
| Tipo de accionamiento visual        | Traba mecánica<br>(requiere liberación manual) |
| Montaje                             | Sala eléctrica (tablero) / Campo               |
| Tipo de elemento                    | Rojo tipo hongo                                |

- Manómetros:

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>          |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| TAG                                 | PI – 001 / ... / PI – 010       |
| Cantidad                            | 10                              |
| Área clasificada                    | Clase 1, División 2             |
| Protección de ingreso               | IP 65                           |
| <b>DATOS DEL PROCESO</b>            |                                 |
| Fluido                              | Diesel B5                       |
| Estado                              | Líquido                         |
| Rangos de operación (presión)       | -                               |
| PI-001 / ... / PI-009               | 0 - 200 PSIG                    |
| PI-010                              | 0 - 300 PSIG                    |
| Temperatura de operación            | 82 °F                           |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR</b>  |                                 |
| Tipo de instrumento                 | Medidor / Indicador             |
| Montaje                             | En línea (sobre manifold)       |
| Tipo de acceso / diámetro           | Lectura directa en dial / 4.5in |
| Tipo de carcasa                     | Fenólica                        |
| Luna del dial                       | Vidrio                          |
| Fluido en el interior del dial      | Glicerina                       |
| Exactitud                           | +/- 1% SPAN                     |
| Elemento de presión                 | Bordón                          |
| Material del conector / diámetro    | 316 SS / 0.5in NPT              |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MANIFOLD</b> |                                 |
| Tipo                                | 01 vía con drenó                |
| Conexiones                          | 1/2" NPT                        |
| Material                            | SS 316                          |

NOTA: La temperatura de operación es al interior de la tubería.

- Válvulas automáticas:

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>           |  |
|--------------------------------------|--|
| Cantidad                             | 21   |
| Área clasificada                     | Clase 1, División 2                          |
| Protección de ingreso                | IP 65  |
| <b>CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</b> |  |
| Fluido                               | Diesel B5                                    |
| Estado                               | Líquido                                      |
| Temperatura interna                  | 75 °F  |
| Medida de brida / Cédula (Sch)       | 14" / Sch 40                                 |
| TAG                                  | XV – 001 / 002 / 003                         |
| Shut-Off                             | 1,375.00 GPM                                 |
| Medida de brida / Cédula (Sch)       | 12" / Sch 40                                 |
| TAG                                  | XV – 004 / 005 / 006 / 011 / 012 / 018 / 019 |
| Shut-Off                             | 3,000.00 GPM                                 |
| TAG                                  | XV – 010                                     |
| Shut-Off                             | 2,000.00 GPM                                 |
| Medida de brida / Cédula (Sch)       | 4" / Sch 40                                  |
| TAG                                  | XV – 007                                     |
| Shut-Off                             | 2,000.00 GPM                                 |
| TAG                                  | XV – 017                                     |
| Shut-Off                             | 500.00 GPM                                   |
| TAG (válvula especial)               | XV – 021                                     |
| Flujo máximo                         | 1,000.00 GPM                                 |
| Alta caída de presión interna        | En apertura al 100%                          |
| Medida de brida / Cédula (Sch)       | 3" / Sch 40                                  |
| TAG                                  | XV – 013                                     |
| Shut-Off                             | 1,00.00 GPM                                  |
| TAG                                  | XV – 020                                     |
| Shut-Off                             | 500.00 GPM                                   |
| Medida de brida / Cédula (Sch)       | 2" / Sch 40                                  |
| TAG                                  | XV – 008                                     |
| Shut-Off                             | 1,000.00 GPM                                 |
| TAG                                  | XV – 016                                     |
| Shut-Off                             | 500.00 GPM                                   |
| Fluido                               | Aire   |
| Estado                               | Gaseoso                                      |

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| Temperatura máxima                                       | 100 °F                            |
| TAG  | XV – 009 / 015                    |
| Shut-Off   | 120.00 GPM                        |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL CUERPO DE LA VÁLVULA</b>          |                                   |
| Tipo   | Bola                              |
| ANSI Class   | # 150                             |
| Material   | Acero al Carbono Fundido (WCB)    |
| Tipo de conexión entrada/salida                          | RF / RF                           |
| Presión máxima / Temperatura Máxima                      | 100 PSIG / 100 °F                 |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL ACTUADOR DE LA VÁLVULA</b>        |                                   |
| Tipo   | Eléctrico                         |
| Funcionamiento   | On / Off                          |
| Volante  | Montado de lado                   |
| <b>CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERRUPTORES DEL ACTUADOR</b> |                                   |
| Sensor local (03 posiciones)                             | Remoto / Stop / Local             |
| Control local (02 posiciones)                            | Abrir / Cerrar                    |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS DEL ACTUADOR</b>        |                                   |
| Protocolo de comunicación                                | Modbus RTU                        |
| Puerto de comunicación                                   | RS-485 (03 hilos)                 |
| Indicación local   | Lectura en porcentaje de apertura |
| Alarmas local  | Led de apertura / stop / cierre   |
| <b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL ACTUADOR</b>           |                                   |
| Potencia máxima  | 5 HP                              |
| Tensión nominal  | 460 VAC                           |
| Número de fases  | 3                                 |
| Frecuencia   | 60 Hz                             |

NOTA: Las temperaturas indicadas son al interior de la tubería.

- Válvulas de control:

|                                      |                     |
|--------------------------------------|---------------------|
| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>           |                     |
| Cantidad                             | 03                  |
| Área clasificada                     | Clase 1, División 2 |
| Protección de ingreso                | IP 65               |
| <b>CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</b> |                     |
| Fluido                               | Aire                |
| Estado                               | Gaseoso             |
| TAG                                  | FV - 001            |

|   |                                |                 |
|---|--------------------------------|-----------------|
| Condiciones / Flujo                             | En flujo mínimo                | En flujo máximo |
| Velocidad del fluido (SCFH)                     | 5.133,30                       | 10.776,70       |
| Presión de entrada: P1 (PSIG)                   | 100                            | 65              |
| Presión de salida: P2 (PSIG)                    | 4,6                            | 25,9            |
| Diferencial de presión: P1-P2 (PSI)             | 95,4                           | 39,1            |
| Travel (Carrera)                                | 20                             | 80              |
| Diámetro (en pulgadas)                          | 1                              |                 |
| TAG   | FV - 002                       |                 |
| Condiciones / Flujo                             | En flujo mínimo                | En flujo máximo |
| Velocidad del fluido (SCFH)                     | 8.550,00                       | 15.066,70       |
| Presión de entrada: P1 (PSIG)                   | 100                            | 65              |
| Presión de salida: P2 (PSIG)                    | 17,5                           | 42,2            |
| Diferencial de presión: P1-P2 (PSI)             | 82,5                           | 22,8            |
| Travel (Carrera)                                | 20                             | 80              |
| Diámetro (en pulgadas)                          | 1                              |                 |
| Fluido  | Diesel                         |                 |
| Estado  | Líquido                        |                 |
| TAG   | FV - 003                       |                 |
| Condiciones / Flujo                             | En flujo mínimo                | En flujo máximo |
| Velocidad del fluido (SCFH)                     | 1.375,00                       | 2.750,00        |
| Presión de entrada: P1 (PSIG)                   | 65,7                           | 70              |
| Presión de salida: P2 (PSIG)                    | 9                              | 60              |
| Diferencial de presión: P1-P2 (PSI)             | 56,7                           | 10              |
| Travel (Carrera)                                | 20                             | 80              |
| Diámetro (en pulgadas)                          | 8                              |                 |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL CUERPO DE LA VÁLVULA</b> |                                |                 |
| Tipo  | Globo                          |                 |
| ANSI Class                                      | # 150                          |                 |
| Presión máxima / Temperatura Máxima             | 100 PSIG / 200 °F              |                 |
| Material  | Acero al Carbono Fundido (WCB) |                 |
| Tipo de conexión entrada/salida                 | RF / RF                        |                 |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL ACTUADOR</b>             |                                |                 |
| Tipo  | Neumático (Spring y Diafragma) |                 |
| Control (tipo de operación)                     | Modulante                      |                 |
| Posición  | Cerrado                        |                 |
| Presión máxima                                  | 100 PSIG                       |                 |
| Presión mínima                                  | 65 PSIG                        |                 |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL POSICIONADOR</b>         |                                |                 |
| Señal de entrada                                | 4 - 20 mA                      |                 |

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| Tipo                         | Electro-Neumático |
| Diámetro de conexión de aire | 1/4 "             |

\*SCFH: *Standard Cubic Feet per Hour*, Pie Cúbico Estándar por Hora.

NOTA: La temperatura indicada es al exterior de la tubería.

- Válvulas de alivio:

| INFORMACIÓN GENERAL                          |                       |        |
|--|-----------------------|--------|
| Cantidad                                     | 10                    |        |
| Código                                       | ASME VIII             |        |
| Norma  | API 526               |        |
| MATERIALES                                   |                       |        |
| Cuerpo                                       | Acero al carbono      |        |
| Bonete                                       | Acero al carbono      |        |
| Resorte                                      | Acero al carbono      |        |
| Asiento / Boquilla                           | Acero Inoxidable      |        |
| Ajuste de anillo                             | Acero Inoxidable      |        |
| CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS                   |                       |        |
| TAG  | PRV - 001 / 002 / 003 |        |
| Fluido /Estado                               | Combustible / Líquido |        |
| Temperatura de operación                     | 70 °F                 |        |
| Presión de operación                         | 50 PSIG               |        |
| Presión de actuación ( <i>Set pressure</i> ) | 70 PSIG               |        |
| Entrada / Salida                             | Entrada               | Salida |
| Diámetro NPT                                 | 3"                    | 4"     |
| Clase  | #150                  | #150   |
| Tipo de brida                                | RF                    | RF     |
| TAG  | PRV - 004 / 006       |        |
| Fluido /Estado                               | Combustible / Líquido |        |
| Temperatura de operación                     | 70 °F                 |        |
| Presión de operación                         | 80 PSIG               |        |
| Presión de actuación ( <i>Set pressure</i> ) | 120 PSIG              |        |
| Entrada / Salida                             | Entrada               | Salida |
| Diámetro NPT                                 | 1"                    | 2"     |
| Clase  | #150                  | #150   |
| Tipo de brida                                | RF                    | RF     |
| TAG  | PRV - 005 / 007       |        |
| Fluido /Estado                               | Aire / Gas            |        |

|  |                       |         |
|--|-----------------------|---------|
| Temperatura de operación                     | 100 °F                |         |
| Presión de operación                         | 100 PSIG              |         |
| Presión de actuación ( <i>Set pressure</i> ) | 120 PSIG              |         |
| Entrada / Salida                             | Entrada               | Salida  |
| Diámetro NPT                                 | 1"                    | 2"      |
| Clase  | #150                  | #150    |
| Tipo de brida                                | RF                    | RF      |
| TAG  | PRV - 008 / 009       |         |
| Fluido /Estado                               | Combustible / Líquido |         |
| Temperatura de operación                     | 70 °F                 |         |
| Presión de operación                         | 70 PSIG               |         |
| Presión de actuación ( <i>Set pressure</i> ) | 100 PSIG              |         |
| Entrada / Salida                             | Entrada               | Salida  |
| Diámetro NPT                                 | 3/4"                  | 1"      |
| Clase  | #150                  | #150    |
| Tipo de brida                                | RF                    | RF      |
| TAG  | PRV - 010             |         |
| Fluido /Estado                               | Combustible / Líquido |         |
| Temperatura de operación                     | 70 °F                 |         |
| Presión de operación                         | 80 PSIG               |         |
| Presión de actuación ( <i>Set pressure</i> ) | 120 PSIG              |         |
| Entrada / Salida                             | Entrada               | Salida  |
| Diámetro NPT                                 | 1"                    | 1- 1/4" |
| Clase  | #150                  | #150    |
| Tipo de brida                                | RF                    | RF      |

\* Raised Face, Cara con resalte.

- Skid de compresión:

| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>         |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| Cantidad                           | 02                      |
| Características de instalación     | Exterior (en caseta)    |
| Clase eléctrica                    | Propósito general       |
| Rango de temperatura ambiente      | 55 - 82 °F              |
| Presión de operación               | Atmosférica (14.7 PSIA) |
| Tipo de enfriamiento               | Ventilado por aire      |
| <b>DATOS DEL PROCESO SKID - 01</b> |                         |
| TAG                                | C-01                    |

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| Fluido   | Aire                           |
| Estado   | Gaseoso                        |
| Capacidad  | 112 ACFM*                      |
| Presión del gas de entrada                         | 0 PSIG                         |
| Rangos de temperatura de entrada                   | 70 - 82 °F                     |
| Compresión de presión de gas                       | 65 PSIG                        |
| Potencia nominal (motor)                           | 30 HP                          |
| <b>DATOS DEL PROCESO SKID - 02</b>                 |                                |
| TAG  | C-02                           |
| Fluido   | Aire                           |
| Estado   | Gaseoso                        |
| Capacidad  | 294 ACFM*                      |
| Presión del gas de entrada                         | 0 PSIG                         |
| Rangos de temperatura de entrada                   | 70 - 82 °F                     |
| Compresión de presión de gas                       | 100 PSIG                       |
| Potencia nominal (motor)                           | 100 HP                         |
| <b>CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR</b>                   |                                |
| Protección de ingreso                              | IP 65                          |
| Tensión nominal                                    | 460 VAC                        |
| Número de fases                                    | 3                              |
| Frecuencia   | 60 Hz                          |
| <b>ACCESORIOS DEL SKID</b>                         |                                |
| Compresor de aire                                  | Filtro diferencial de entrada  |
| Secador  | Filtro diferencial de salida   |
| <b>ESPECIFICACIONES ELECTRÓNICAS DEL COMPRESOR</b> |                                |
| Protocolo de comunicación                          | Modbus RTU                     |
| Puerto de comunicación                             | RS-485 (03 hilos)              |
| Control local                                      | IHM (Interface Hombre-Máquina) |
| Visor local  | Pantalla LCD                   |
| Alarma local                                       | Parada de Emergencia           |

\*ACFM: *Actual Cubic Feet per Minute*, Pie Cúbico Actual por Minuto.

NOTA: La temperatura ambiente es considerando una caseta al skid de compresión.

- PLC: Programador Lógico de Control y Computador Industrial

| <b>CARACTERÍSTICAS DEL PLC</b>   |                              |
|--|------------------------------|
| Tipo de control  | Continuo                     |
| Función de control   | Secuencial                   |
| Velocidad del procesador   | 1.1 GHz                      |
| Memoria de uso y no-volátil (ROM/RAM)                                  | 10 Mbytes                    |
| Aplicaciones de carga/descarga   | Puerto Maestro USB           |
| Alimentación   | 220 VAC / Monofásico / 60 Hz |
| <b>Entradas Digitales</b>  |                              |
| Normalmente cerradas   |                              |
| Entrada independiente  |                              |
| Requiere utilizar fusibles   |                              |
| <b>Salidas Digitales</b>   |                              |
| Energizadas en condición normal y aisladas de la señal de campo        |                              |
| Salidas independientes   |                              |
| Requiere utilizar fusibles   |                              |
| <b>Entradas/Salidas Analógicas</b>                                     |                              |
| Señales de 4 - 20 mA   |                              |
| Libres de tierra   |                              |
| Tensión de 24 VDC  |                              |
| Alimentación por lazo (02 hilos)                                       |                              |
| <b>Puertos de Comunicación</b>   |                              |
| Tarjeta de Ethernet TCP/IP (para comunicación entre PLC y I/O remotos) |                              |
| Tarjeta RS485 Modbus (para comunicación con instrumentación de campo)  |                              |
| Tarjeta RS232 Modbus (como reserva disponible)                         |                              |

- Tablero Principal de control:

| <b>Características eléctricas - Tablero Principal de Control</b> |                           |
|--|---------------------------|
| TAG  | PLC - 001                 |
| Tensión  | 220 VAC                   |
| Frecuencia   | 60 Hz                     |
| Sistema  | Monofásico - Estabilizado |
| Tensión de control   | 220 / 120 VAC             |
| <b>Características mecánicas</b>                                 |                           |
| Fijación   | Auto soportado            |
| Tipo de aislamiento  | Interior                  |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Protección de ingreso  | IP 55                           |
| Cableado de acometida de fuerza  | Inferior                        |
| Cableado de salida de fuerza   | Inferior                        |
| Cableado de acometida de control   | Inferior                        |
| Cableado de salida de control  | Inferior                        |
| <b>Barras / Identificación</b>   |                                 |
| Barra de tierra  | Barra de cobre, franja verde    |
| Barra de tierra aislada  | Barra de cobre, franja amarilla |
| <b>Componentes principales</b>   |                                 |
| CPU: Unidad de control de proceso, 1.1GHz, 10Mb                                |                                 |
| Fuente de alimentación 120/240 VAC   |                                 |
| Módulo de comunicación Ethernet  |                                 |
| Módulo de comunicación serial (Modbus)   |                                 |
| Módulos de entradas digitales aisladas @ 120 VAC                               |                                 |
| Módulo de salidas digitales aisladas tipo relé                                 |                                 |
| Módulos de entradas analógicas aisladas  |                                 |
| Módulo de salidas analógicas aisladas  |                                 |
| Switch industrial no administrable (10/100 Base Tx y F.O. SM monomodo)         |                                 |
| Transformador 60Hz, 240-480/120V   |                                 |
| <b>Componentes secundarios</b>   |                                 |
| Base universal para slots  |                                 |
| Pack de energía para CPU   |                                 |
| Bloques de terminales para conexiones  |                                 |
| Fuentes de alimentación 24VDC  |                                 |
| Patch cord de Ethernet   |                                 |
| Patch cord de fibra óptica monomodo  |                                 |
| Protectores monopolares contra tensión transitoria, 40KA (cada línea de poder) |                                 |
| Interruptores termo magnéticos bipolares, 2x20A, 10KA (llave principal)        |                                 |
| Interruptores termo magnéticos monopolares, 2x20A, 10KA (bloque de señales)    |                                 |
| Gabinete de Fibra Óptica de pared para acopladores de F. O.                    |                                 |
| Iluminación para armario   |                                 |
| Tomacorriente doble polarizado   |                                 |
| Termostato para ventilador   |                                 |
| Ventilador 18W   |                                 |

- Módulo remoto I/O base – muelle:

| <b>Características eléctricas - Módulo remoto I/O base-muelle</b>              |                                 |
|--|---------------------------------|
| TAG  | RIO - 001                       |
| Tensión  | 220 VAC                         |
| Frecuencia   | 60 Hz                           |
| Sistema  | Monofásico - Estabilizado       |
| Tensión de control   | 220 VAC                         |
| <b>Características mecánicas</b>   |                                 |
| Fijación   | Mural (adosado)                 |
| Tipo de aislamiento  | Interior                        |
| Protección de ingreso  | IP 66                           |
| Cableado de acometida de fuerza  | Inferior                        |
| Cableado de salida de fuerza   | Inferior                        |
| Cableado de acometida de control   | Inferior                        |
| Cableado de salida de control  | Inferior                        |
| <b>Barras / Identificación</b>   |                                 |
| Barra de tierra  | Barra de cobre, franja verde    |
| Barra de tierra aislada  | Barra de cobre, franja amarilla |
| <b>Componentes principales</b>   |                                 |
| Módulo remoto de entradas/salidas con comunicación Ethernet                    |                                 |
| Fuente de alimentación 120/240 VAC   |                                 |
| Módulo de entradas digitales no aisladas                                       |                                 |
| Módulo de entradas analógicas no aisladas                                      |                                 |
| Switch industrial no administrable (10/100 Base Tx y F.O. SM monomodo)         |                                 |
| <b>Componentes secundarios</b>   |                                 |
| Base para módulos  |                                 |
| Bloques de terminales para conexiones  |                                 |
| Fuente de alimentación 24VDC   |                                 |
| Patch cord de Ethernet   |                                 |
| Patch cord de fibra óptica monomodo  |                                 |
| Protectores monopolares contra tensión transitoria, 40KA (cada línea de poder) |                                 |
| Interruptores termo magnéticos bipolares, 2x20A, 10KA (llave principal)        |                                 |
| Interruptores termo magnéticos monopolares, 2x20A, 10KA (bloque de señales)    |                                 |
| Gabinete de Fibra Óptica de pared para acopladores de F. O.                    |                                 |
| Tomacorriente doble polarizado   |                                 |

- Módulo remoto I/O muelle:

| <b>Características eléctricas - Módulo remoto I/O muelle</b>                 |                                 |
|--|---------------------------------|
| TAG  | RIO - 002                       |
| Tensión  | 220 VAC                         |
| Frecuencia   | 60 Hz                           |
| Sistema  | Monofásico - Estabilizado       |
| Tensión de control   | 220 VAC                         |
| <b>Características mecánicas</b>   |                                 |
| Fijación   | Mural (adosado)                 |
| Tipo de aislamiento  | Interior                        |
| Protección de ingreso  | IP 66                           |
| Cableado de acometida de fuerza  | Inferior                        |
| Cableado de salida de fuerza   | Inferior                        |
| Cableado de acometida de control   | Inferior                        |
| Cableado de salida de control  | Inferior                        |
| <b>Barras / Identificación</b>   |                                 |
| Barra de tierra  | Barra de cobre, franja verde    |
| Barra de tierra aislada  | Barra de cobre, franja amarilla |
| <b>Componentes principales</b>   |                                 |
| CPU: Unidad de control de proceso (para I/O) con comunicación Ethernet       |                                 |
| Fuente de alimentación 120/240 VAC   |                                 |
| Módulo de entradas digitales no aisladas                                     |                                 |
| Módulo de salidas digitales aisladas tipo relé                               |                                 |
| Módulo de entradas analógicas aisladas                                       |                                 |
| Módulo de salidas analógicas aisladas  |                                 |
| Switch industrial no administrable (10/100 Base Tx y F.O. SM monomodo)       |                                 |
| <b>Componentes secundarios</b>   |                                 |
| Base para módulos  |                                 |
| Bloques de terminales para conexiones  |                                 |
| Fuentes de alimentación 24VDC  |                                 |
| Patch cord de Ethernet   |                                 |
| Patch cord de fibra óptica monomodo  |                                 |
| Protectores monopoles contra tensión transitoria, 40KA (cada línea de poder) |                                 |
| Interruptores termo magnéticos bipolares, 2x20A, 10KA (llave principal)      |                                 |
| Interruptores termo magnéticos monopoles, 2x20A, 10KA (bloque de señales)    |                                 |
| Gabinete de Fibra Óptica de pared para acopladores de F. O.                  |                                 |
| Tomacorriente doble polarizado   |                                 |

- Cables de señal:

| <b>Características Del Cable</b> |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| Calibre (AWG)                    | 16                |
| Material del conductor           | Cobre             |
| Número de conductores            | 2                 |
| Tipo de enrollamiento            | Trenzado          |
| Material aislante de conductores | PVC               |
| Material de la chaqueta          | PVC               |
| Malla apantallada                | Aluminio          |
| Uso                              | Exterior          |
| A prueba de flama                | Sí                |
| Libre de plomo                   | Sí                |
| Resistente a la luz solar        | Sí                |
| Máxima tensión de operación      | 300 V RMS         |
| <b>Aplicaciones</b>              |                   |
| Señales analógicas (AI, AO)      | 4 - 20 mA / 24VDC |
| Señales digitales (DI, DO)       | 220 VAC           |

- Cables de comunicación:

| <b>Características del cable</b> |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| Calibre (AWG)                    | 22                   |
| Material del conductor           | Cobre                |
| Número de conductores            | 2                    |
| Tipo de enrollamiento            | Trenzado             |
| Material aislante de conductores | Polietileno          |
| Material de la chaqueta          | PVC                  |
| Malla apantallada                | Aluminio             |
| Uso                              | Exterior             |
| Blindado                         | Sí (malla de Cobre)  |
| A prueba de flama                | Sí                   |
| Libre de plomo                   | Sí                   |
| Resistente a la luz solar        | Sí                   |
| Máxima tensión de operación      | 300 V RMS            |
| <b>Aplicaciones</b>              |                      |
| Comunicación serial RS - 485     | Protocolo Modbus RTU |

- Cables de alimentación:

| <b>Características del cable</b>  |            |
|-----------------------------------|------------|
| Calibre (AWG)                     | 14         |
| Material del conductor            | Cobre      |
| Número de conductores             | 1          |
| Tipo de enrollamiento             | Recto      |
| Material aislante de conductores  | PVC        |
| Material de la chaqueta           | PVC        |
| Uso                               | Exterior   |
| A prueba de flama                 | Sí         |
| Libre de plomo                    | Sí         |
| Resistente a la luz solar         | Sí         |
| Máxima tensión de operación       | 0.6 / 1 kV |
| <b>Aplicaciones</b>               |            |
| Alimentación válvulas automáticas | 460 V      |

- Cables de fibra óptica:

| <b>Características de la Fibra Óptica</b> |                         |
|---|-------------------------|
| Tipo de fibra                             | Monomodo                |
| Ventanas disponibles                      | 1310 / 1550 nm.         |
| Atenuación máxima por ventana             | 0.35 / 0.25 dB/Km       |
| Número de hilos                           | 8 (o superior)          |
| Tipo de tendido                           | ADSS*                   |
| Uso                                       | Exterior                |
| Material de la chaqueta                   | Kevlar                  |
| Cable de alto performance                 | Sí                      |
| Blindado                                  | Sí                      |
| Resistente a la luz solar                 | Sí                      |
| <b>Aplicaciones</b>                       |                         |
| Comunicación entre PLC y Módulos          | Protocolo Modbus TCP/IP |

\*ADSS: *All Dielectric Self-Supported*, Auto-Soportado Completamente Dieléctrico.