

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Mecatrónica

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTION AUTOMATIZADO PARA EL TERMINAL DE DESPACHO DE COMBUSTIBLES EN REFINERIA CONCHÁN, AÑO 2019”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Mecatrónico

Autor:

Andy Harol Camones Justiniano

Asesor:

Ing. Jorge Luis Contreras Cossio

Lima - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la fortaleza, para siempre seguir superando los obstáculos que se presentan a diario en mi camino.

A mis padres por el apoyo incondicional que me brindan, por sus consejos y estar siempre conmigo en los momentos difíciles.

A mis profesores por su enseñanza académica y los valores inculcados, y a mi universidad por abrirme las puertas para mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a mi asesor, a mi universidad y sobre todo a mi familia por su apoyo incondicional en cada paso de mi vida y carrera profesional.

Agradezco también a la Empresa PHOENIX EPC S.A.C. por darme la oportunidad y confianza, para ser parte de la ejecución de este gran proyecto.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 1.INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	15
1.1.1. <i>Ubicación</i> .....	16
1.1.2. <i>Misión</i> .....	16
1.1.3. <i>Visión</i> .....	16
1.1.4. <i>Organigrama</i> .....	17
1.1.5. <i>Servicios</i> .....	17
1.1.6. <i>Principales proyectos ejecutados</i> .....	20
1.1.7. <i>Principales clientes</i> .....	23
1.2. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	24
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	27
1.3.1. <i>Problema General</i> .....	27
1.3.2. <i>Problemas Específicos</i> .....	27
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	27
1.5. OBJETIVOS.....	28
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	28
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	28
<b>CAPÍTULO 2.MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
2.1. ANTECEDENTES .....	29
2.2. BASES TEÓRICAS.....	32

2.2.1.	<i>Combustibles líquidos</i> .....	32
2.2.2.	<i>Sistema de gestión automatizado</i> .....	37
2.2.3.	<i>Terminal de despacho de combustibles</i> .....	39
2.2.4.	<i>Metodología</i> .....	43
2.2.5.	<i>Normativas y consideraciones técnicas</i> .....	46
<b>CAPÍTULO 3.DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA</b> .....		<b>48</b>
3.1.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TERMINAL DE DESPACHO .....	50
3.1.1.	<i>Operación actual de trabajo</i> .....	52
3.1.2.	<i>Productos disponibles para venta</i> .....	54
3.1.3.	<i>Operación de despacho</i> .....	55
3.2.	APLICACIÓN DEL MÉTODO ISHIKAWA .....	69
3.3.	DESARROLLO DEL PROYECTO .....	80
3.3.1.	<i>Propuesta de implementación</i> .....	80
3.3.2.	<i>Nueva operación de trabajo</i> .....	84
3.3.3.	<i>Planificación para implementación del sistema</i> .....	92
3.3.4.	<i>Implementación física del sistema</i> .....	93
<b>CAPÍTULO 4.RESULTADOS</b> .....		<b>102</b>
<b>CAPÍTULO 5.CONCLUSIONES</b> .....		<b>109</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>111</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>112</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>116</b>
<i>ANEXO n°. 1. Planificación de actividades para la implementación del sistema de gestión automatizado</i>		<i>117</i>
<i>ANEXO n°. 2. Equipos implementados en el sistema para el control y supervisión de la balanza de ingreso</i> .....		<i>118</i>

*ANEXO n°. 3. Equipos implementados en el sistema para el control y supervisión de las islas de despacho – parte 1 ..... 119*

*ANEXO n°. 4. Equipos implementados en el sistema para el control y supervisión de las islas de despacho – parte 2 ..... 120*

*ANEXO n°. 5. Equipos implementados en el sistema para el control y supervisión de la balanza de salida..... 121*

*ANEXO n°. 6. Equipos implementados en el sistema desde sala de control del terminal de despacho de combustibles ..... 122*

*ANEXO n°. 7. Equipos implementados en el sistema desde subestación eléctrica del terminal de despacho de combustibles – parte 1..... 123*

*ANEXO n°. 8. Equipos implementados en el sistema desde subestación eléctrica del terminal de despacho de combustibles – parte 2..... 124*

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Productos blancos disponibles por cada isla de despacho .....	54
Tabla 2 Clasificación de productos blancos en terminal de despacho .....	54
Tabla 3 Proporción de mezcla en línea para obtener combustible final .....	59
Tabla 4 Despacho diario de productos blancos principales en el mes de marzo de 2019 .....	64
Tabla 5 Despacho diario de productos blancos principales en el mes de marzo de 2019 .....	65
Tabla 6 Despacho promedio mensual de combustibles en el año 2019.....	66
Tabla 7 Cisternas atendidas en marzo 2019.....	67
Tabla 8 Cantidad promedio de cisternas atendidas diariamente en marzo 2019 .....	68
Tabla 9 Tiempo de atención a camiones cisterna .....	68
Tabla 10 Escala de Calificación para los criterios de evaluación .....	71
Tabla 11 Valoración de criterios para causas de mano de obra.....	73
Tabla 12 Valoración de criterios para causas de maquinaria.....	74
Tabla 13 Criterios de valoración para causas del entorno .....	75
Tabla 14 Criterios de valoración para causas de método.....	76
Tabla 15 Criterios de valoración para causas de medición.....	77
Tabla 16 Etapas de planificación para la implementación del sistema.....	92
Tabla 17 Seguimiento de actividades para la implementación del sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho de combustibles .....	102
Tabla 18 Tiempos de atención a cisternas en cada área bajo el sistema de gestión automatizado en operación.....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Demanda de combustibles líquidos (MBPD) en el Perú - enero 2019.....	12
Figura 2. Terminal de despacho de combustibles – refinería Conchán Petroperú.....	13
Figura 3. Ficha RUC de la empresa .....	15
Figura 4. Ubicación de la empresa Phoenix EPC S.A.C. ....	16
Figura 5. Estructura organizacional de la empresa Phoenix EPC S.A.C.....	17
Figura 6. Planta cosechadora de cátodos de zinc – planta Votorantim Metaís Cajamarquilla	20
Figura 7. Trabajos eléctricos en zona de inyección de reactivos planta atarjea .....	21
Figura 8. Sistema de mezcla en línea para diésel – planta PBF del Perú .....	22
Figura 9. Certificado de proveedor calificado – BDPC de Petroperú S.A. ....	23
Figura 10. Cadena de valor de los derivados de petróleo – combustibles líquidos .....	32
Figura 11. Esquema genérico de una refinería de última generación .....	33
Figura 12. Diagrama de proceso de refinación del petróleo .....	34
Figura 13. Proceso de destilación atmosférica.....	35
Figura 14. Proceso de destilación al vacío.....	36
Figura 15. Objetivos de un sistema de gestión de calidad .....	38
Figura 16. Modelo de un sistema automatizado .....	39
Figura 17. Patio de tanques de almacenamiento de combustibles .....	41
Figura 18. Despacho de combustibles a camión cisterna en el terminal de refinería conchán	42
Figura 19. Diagrama de Ishikawa .....	44
Figura 20. Ubicación del terminal de despacho de combustibles de refinería conchán .....	50
Figura 21. Vista general del terminal de despacho de combustibles de refinería Conchán.....	51
Figura 22. Diagrama de flujo de operación actual de trabajo del terminal de despacho de combustibles .....	53
Figura 23. Distribución de zonas en el terminal de despacho.....	55



Figura 24. Zona de tanques de aditivos .....	55
Figura 25. Isla de despacho de combustibles del terminal.....	56
Figura 26. Controladores de carga de islas de despacho – Acculoads III.Net.....	57
Figura 27. Controlador de aditivos Fusión IV .....	58
Figura 28. válvulas de inyección, pertenecientes al controlador de aditivo .....	58
Figura 29. Lectora de proximidad de islas de despacho .....	59
Figura 30. Tenaza de puesta a tierra y sensor de sobrellenado en cisterna.....	60
Figura 31. Brazos de carga de islas de despacho de combustibles .....	61
Figura 32. Tomas de brazos de carga de islas de despacho de combustibles .....	61
Figura 33 Grafica de despacho promedio diario de productos blancos (MBDC).....	66
Figura 34. Diagrama de Ishikawa de la operación de despacho del terminal.....	70
Figura 35. Criterios de evaluación para las posibles causas del problema .....	71
Figura 36. Gráfica de resultados del diagrama de Ishikawa .....	78
Figura 37. Entorno Terminal Manager .....	81
Figura 38 Monitoreo de operaciones de bahía de carga con terminal manager y experion PKS .....	82
Figura 39 Diagrama de arquitectura típico del sistema de Terminal Manager.....	83
Figura 40. Diagrama de flujo de la nueva operación de trabajo del terminal de despacho de combustibles de refinería conchán.....	86
Figura 41. Validación de ingreso del camión al terminal .....	88
Figura 42. Proceso de carga al camión cisterna en islas de despacho .....	90
Figura 43. Arquitectura del sistema de gestión automatizado del terminal de despacho .....	94
Figura 44. Montaje de equipos en entrada del terminal.....	95
Figura 45. Entrada de camiones cisterna al terminal .....	95
Figura 46. Equipos para el sistema de control de acceso y CCTV en entrada de terminal .....	96

Figura 47. Montaje de equipos en balanza de ingreso .....	96
Figura 48. Equipos para el sistema de control de acceso y CCTV en balanza de ingreso .....	97
Figura 49. Equipos lector RFID, semáforos y cámara PTZ montados en Islas 2, 4 y 7 .....	97
Figura 50. Equipos lector RFID, semáforos y cámara PTZ montados en Islas 1, 3, 5 y 6 .....	98
Figura 51. Montaje de lector RFID y semáforos en Isla de Despacho .....	98
Figura 52. Montaje de sensores capacitivos en toma de brazos de carga .....	99
Figura 53. Lector RFID y semáforos en caseta de precintado y balanzas de salida .....	100
Figura 54. Montaje de lector RFID y semáforos en balanzas de salida.....	100
Figura 55. Montaje de equipos en puerta de salida.....	101
Figura 56. Montaje de Lector RFID, semaforos y camara PTZ en puerta de salida .....	101
Figura 57. Tiempos de atención a cisternas por cada área.....	103
Figura 58. Supervisión de operación de despacho en islas desde sala de control .....	105
Figura 59. Supervisión de pesaje de camión cisterna desde sistema terminal manager .....	106
Figura 60. Tiempos de atención a cisternas en cada área bajo el sistema de gestión automatizado en operación .....	108
Figura 61. comparacion de tiempos de atencion de despacho a camiones cisterna.....	108
Figura 62. Diagrama de Gantt – cronograma de actividades para la implementacion del sistema de gestion automatizado para el terminal de despacho .....	117
Figura 63. Aquitectura del sistema en balanza de ingreso.....	118
Figura 64. Aquitectura del sistema en islas de despacho 1, 3, 5 y 6.....	119
Figura 65. Aquitectura del sistema en islas de despacho 2, 4 y 7 .....	120
Figura 66. Aquitectura del sistema en balanza de salida .....	121
Figura 67. Aquitectura del sistema en sala de control del terminal .....	122
Figura 68. Aquitectura del sistema en subestacion electrica, parte 1 .....	123
Figura 69. Aquitectura del sistema en subestacion electrica, parte2 .....	124

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe de suficiencia profesional, consiste en la descripción y análisis de las condiciones actuales de la implementación un sistema de gestión automatizado para un terminal de despacho de combustibles líquidos, basado en competencias laborales y aplicaciones tecnológicas especializadas en sistemas de automatización multinivel.

Desarrollado dentro de refinería conchán, en el distrito de Lurín, localizado en el km 26.5 de la antigua panamericana sur.

Este terminal de despacho venia atravesando diversos problemas en sus operaciones de trabajo, principalmente en la demora en los tiempos de atención a sus clientes, para ello se realizó una identificación de causas que puedan estar generando este problema, aplicando como herramienta el método de Ishikawa, con el objetivo de establecer los lineamientos técnicos con los que deberá contar el proyecto de implementación, realizando una valoración por criterios según el efecto que tiene cada causa, en las operaciones de trabajo del terminal y el sistema automatizado planteado.

La metodología aplicada, ayudo para concluir que la implementación de un sistema de gestión automatizado impacta favorablemente en las operaciones de despacho del terminal, integrando la arquitectura actual con diversas tecnologías especializadas para la supervisión y control en cada etapa de operación, reduciendo así en un 54.6% el tiempo de atención de despacho de combustibles líquidos a los camiones cisterna, generando mayores ingresos económicos diariamente a favor de la empresa.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector hidrocarburos tiene gran impacto en el desarrollo económico de nuestro país, ya que está ligada a la generación de energía que es utilizada diariamente por miles de peruanos e industrias en sus diversas actividades. El consumo de combustibles líquidos y el gas licuado de petróleo (GLP) son los productos con mayor demanda en el mercado energético peruano, siendo la fuente principal de energía.

Como se observa en la figura 1, el gasohol y el diésel son los combustibles líquidos con mayor demanda en el Perú, según datos oficiales emitidas por la entidad Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería (Osinerghmin) a inicios del año 2019. En este contexto, los terminales de despacho de combustible se ven en la obligación de aumentar su producción debido a la demanda y con ello, mejorar sus procesos de despacho, brindando un servicio de calidad a sus clientes.

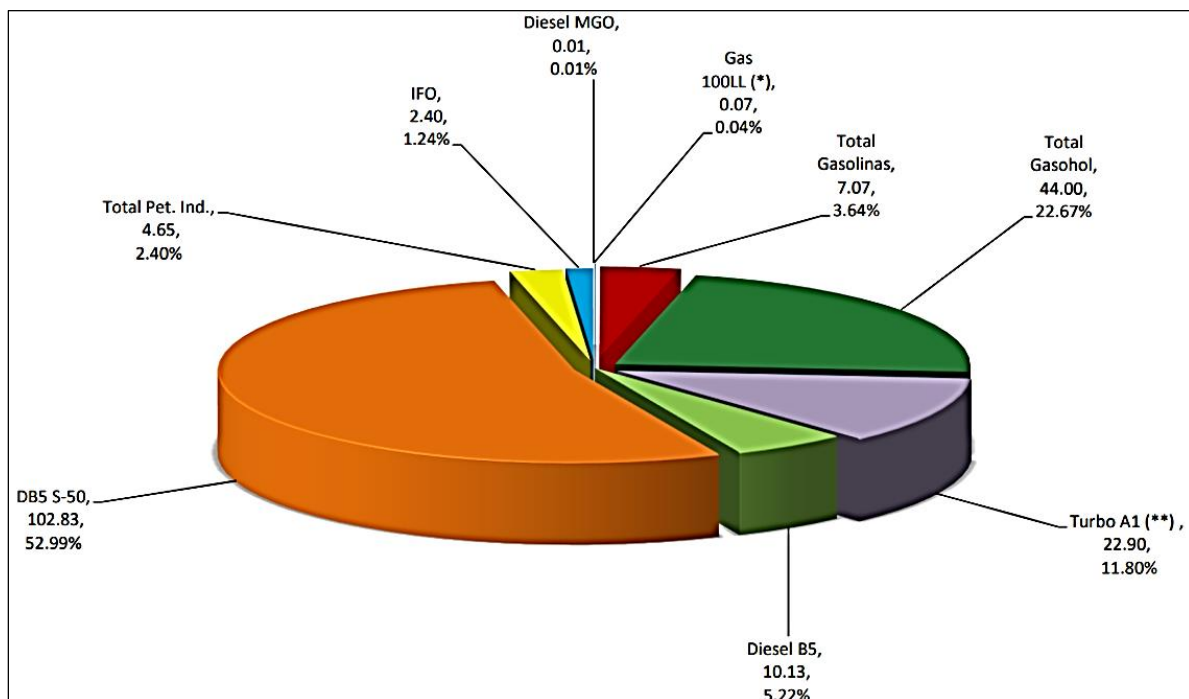


Figura 1. Demanda de combustibles líquidos (MBPD) en el Perú - enero 2019

Fuente: Osinerghmin, 2019, (p.2).

Tal es el caso del terminal de despacho de combustibles líquidos de Refinería Conchán (administrada por Petróleos del Perú - Petroperú S.A.) o también denominado Planta de ventas, que se vio en la necesidad de mejorar el control de sus operaciones durante el proceso de despacho de combustibles, teniendo un dominio eficaz y estandarizado para el control de sus ventas en todas las etapas del terminal. Con la finalidad de optimizar los tiempos de atención a sus clientes, conforme a los lineamientos de su sistema de gestión de calidad según la Organización Internacional de Normalización (ISO) en su norma ISO 9001.



*Figura 2.* Terminal de despacho de combustibles – refinería Conchán Petroperú

Fuente: Petroperú S.A.

Cabe precisar que desde el inicio de sus operaciones, este terminal cuenta con altas capacidades de almacenamiento de combustibles, los cuales son distribuidos mediante camiones cisternas, pero estas operaciones siempre han sido de forma manual, pero con los avances tecnológicos en sistemas de supervisión, control distribuido, Sistema de Supervisión, Adquisición y Control de datos (SCADA) y telecomunicaciones, tanto este terminal de despacho como otros en todo el mundo, se han hecho susceptibles de una automatización integral orientados a una operación virtualmente desatendida.

Analizando esta situación y viendo tal requerimiento por parte de refinería Conchán,

la empresa Phoenix Engineering Procurement and Construction S.A.C. (Phoenix EPC S.A.C.) bajo el mando de la Cía. Honeywell Perú S.A., se traza el objetivo de automatizar el terminal de despacho de combustibles líquidos, con la finalidad de incrementar la precisión, eficiencia y seguridad en el proceso de despacho, lo cual conlleva a una eminente reducción de costos y disminución de riesgos para la empresa.

El presente informe de suficiencia profesional describe la implementación de un sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho de combustibles líquidos de refinería Conchán, con el objetivo de demostrar que sus operaciones pueden ser mejorados durante su proceso de despacho, y esta tenga un impacto en la calidad del servicio que ofrecen, como el reducir los tiempos de atención a sus clientes. Para ello se aplicará tecnología y normativas para transferencia en custodia de combustibles, abarcando todo el proceso integral de venta de combustibles en todas sus etapas, como los procesos de facturación, pesaje de cisternas, inspección, despacho de combustible, certificación y precintado de camiones cisterna. Para esto se hará uso de un sistema de automatización de terminales o Terminal Manager (TM) de la marca Honeywell, que es será el núcleo del sistema, a su vez teniendo en cuenta la integración con algunos equipos existentes en el terminal.

## 1.1. Descripción de la empresa

La empresa Phoenix EPC S.A.C inicio sus actividades el 14 de junio del año 2014, y se constituye gracias a la creciente demanda de la Industria peruana por la prestación de Servicios de Ingeniería, Procura y Construcción (EPC). Esta empresa se encuentra situada en varios sectores industriales a nivel nacional, tales como la minería, petróleo, gas, alimentos, edificaciones, energía, saneamiento, entre otras Industrias. Cuenta con más de seis años de experiencia en el mercado laboral peruano, con una participación activa tanto en el sector público como privado, ofreciendo amplias soluciones mediante la ejecución de servicios o proyectos, específicamente en las especialidades de electricidad, automatización, control de procesos, electromecánica, metalmecánica y mantenimiento industrial.


	
<b>FICHA RUC : 20557954016</b>	
<b>PHOENIX ENGINEERING PROCUREMENT AND CONSTRUCTION S.A.C.</b>	
Número de Transacción : 416553340	
CIR - Constancia de Información Registrada	
<b>Información General del Contribuyente</b>	
Apellidos y Nombres ó Razón Social	: PHOENIX ENGINEERING PROCUREMENT AND CONSTRUCTION S.A.C.
Tipo de Contribuyente	: 39-SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Fecha de Inscripción	: 27/05/2014
Fecha de Inicio de Actividades	: 01/06/2014
Estado del Contribuyente	: ACTIVO
Dependencia SUNAT	: 0023 - INTENDENCIA LIMA
Condición del Domicilio Fiscal	: HABIDO
Emisor electrónico desde	: 04/03/2019
Comprobantes electrónicos	: FACTURA (desde 04/03/2019)
<b>Datos del Contribuyente</b>	
Nombre Comercial	: PHOENIX EPC S.A.C
Tipo de Representación	: -
Actividad Económica Principal	: 7110 - ACTIVIDADES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA Y ACTIVIDADES CONEXAS DE CONSULTORÍA TÉCNICA
Actividad Económica Secundaria 1	: 7490 - OTRAS ACTIVIDADES PROFESIONALES, CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS
Actividad Económica Secundaria 2	: N.C.P.
Sistema Emisión Comprobantes de Pago	: 4321 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS
Código de Profesión / Oficio	: MANUAL
Actividad de Comercio Exterior	: MANUAL
Número Fax	: -
Teléfono Fijo 1	: -
Teléfono Fijo 2	: 1 - 7195438
Teléfono Móvil 1	: -
Teléfono Móvil 2	: 1 - 976673474
Correo Electrónico 1	: 1 - 983962655
Correo Electrónico 2	: phoenixepc.peru@gmail.com
	: phoenixepc.contabilidad@gmail.com
<b>Domicilio Fiscal</b>	
Actividad Económica	: 7110 - ACTIVIDADES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA Y ACTIVIDADES CONEXAS DE CONSULTORÍA TÉCNICA
Departamento	: LIMA
Provincia	: LIMA
Distrito	: VILLA EL SALVADOR
Tipo y Nombre Zona	: A.H. HEROES DEL CENEP
Nro	: -
Km	: -
Mz	: -
Lote	: 29
Dpto	: -
Otras Referencias	: A.H. HEROES DEL CENEP MZ.E.LT. 29
Condición del Inmueble declarado como Domicilio Fiscal	: OTROS.
<b>Datos de la Empresa</b>	
Fecha Inscripción R.R.PP	: 26/05/2014
Número de Partida Registral	: 13234815
Tomo/Ficha	: -
Folio	: -
Asiento	: -
Origen del Capital	: NACIONAL
País de Origen del Capital	: -

Figura 3. Ficha RUC de la empresa

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

### 1.1.1. Ubicación

Cuenta con una oficina en calle Monte Carmelo Mz. B lote 16 asociación de vivienda los ficus del monte, Antigua Panamericana Sur Km. 25.5, distrito de Villa el Salvador, provincia y departamento de Lima.

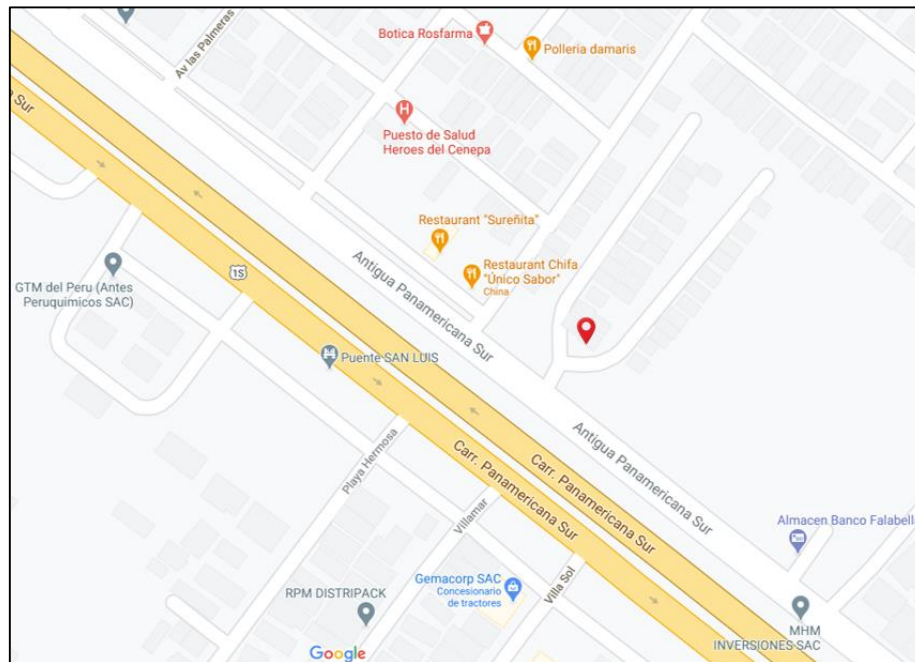


Figura 4. Ubicación de la empresa Phoenix EPC S.A.C.

Fuente: Google maps

### 1.1.2. Misión

Brindar a sus clientes un servicio de calidad, desarrollando sus proyectos con calidad, garantizando mejoras en sus procesos y su producción, en base a sus exigencias, logrando así mayor confianza y satisfacción de los mismos.

### 1.1.3. Visión

Ser una empresa líder de ingeniería y construcción a nivel nacional en la prestación de Servicios de Ingeniería, Procura y Construcción a nivel industrial, siendo reconocidos por desenvolverse con eficacia y calidad, generando rentabilidad a sus clientes.



### 1.1.4. Organigrama

A continuación, se muestra la representación gráfica de la estructura organizacional de la empresa, donde se refleja las áreas y niveles jerárquicos.

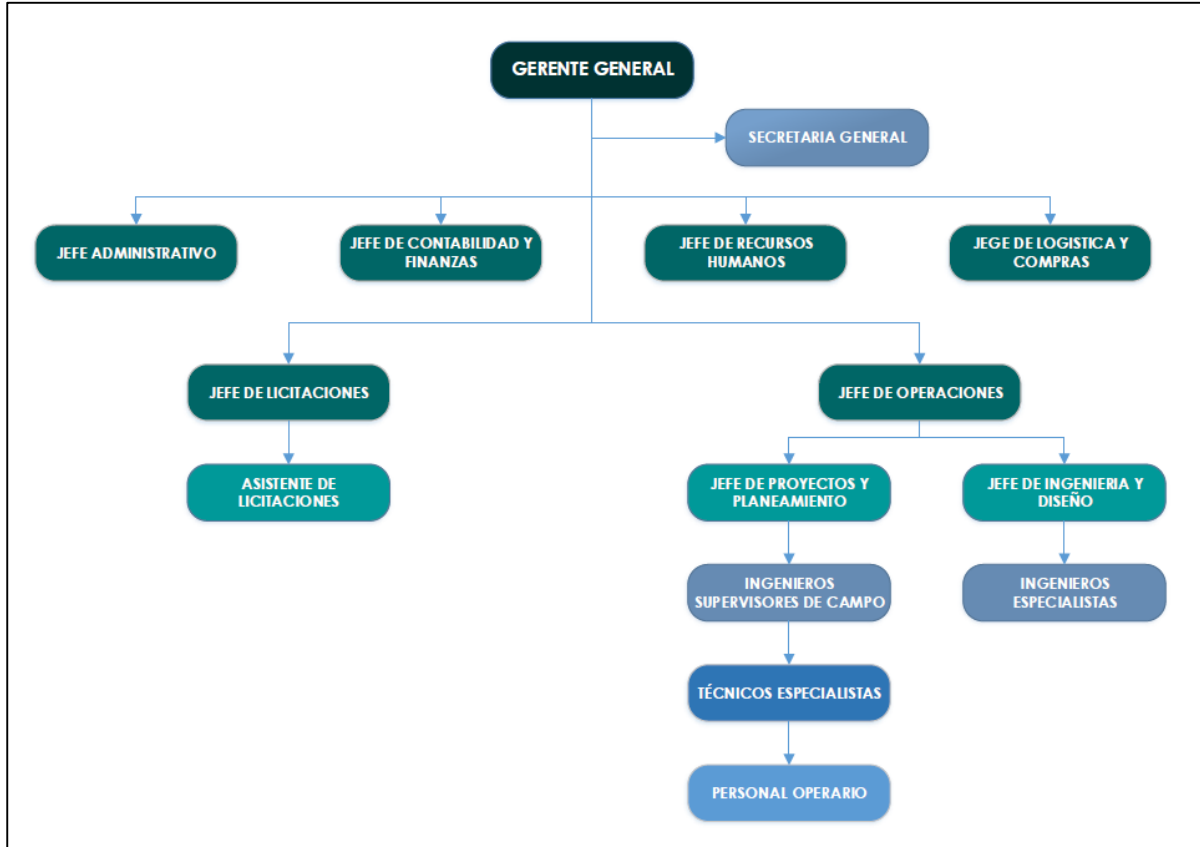


Figura 5. Estructura organizacional de la empresa Phoenix EPC S.A.C.

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

### 1.1.5. Servicios

**Supervisión y dirección de proyectos.** Phoenix EPC S.A.C. efectúa la dirección de proyectos, aplicando los sistemas integrados de gestión y estándares de gestión de proyectos, para asegurar el control de la calidad, costo y tiempo de cada proyecto encomendado por el cliente. A su vez proporcionan la supervisión de proyectos a favor de sus clientes asegurando resultados óptimos y de alta calidad.

**Diseño de ingeniería.** Phoenix EPC S.A.C. desarrolla diseño de ingeniería a nivel conceptual y básica, ingeniería y diseños iniciales, paquetes Front end Engineering Design (FEED) e ingeniería de detalle, elaborando planos de fabricación y montaje para el desarrollo de cada proyecto a ejecutar, garantizando un buen resultado en cada proyecto requerido por sus clientes.

**Automatización, instrumentación y control industrial.** Phoenix EPC S.A.C. integra y desarrolla tecnologías de última generación para la automatización de procesos industriales. Cuenta con un grupo de profesionales especialistas en instalación, configuración, comisionado y puesta en marcha de equipos eléctricos, instrumentación industrial y sistemas de control. A continuación, se mencionan los trabajos más relevantes de esta especialidad:

- Suministro, instalación, configuración, comisionado y puesta en servicio de equipos eléctricos e instrumentos industriales.
- Diseño, implementación y configuración de tableros con Controlador Lógico Programables (PLC) y Sistema de Control Distribuido (DCS).
- Diseño, fabricación y montaje de tableros de fuerza y control para sistemas de transferencia automática.
- Instalación de sistema contra incendios, desde paneles de alarmas con detectores de humo y llama, en todo tipo de edificaciones, desde el diseño e instalación hasta la puesta en marcha.
- Diseño, implementación y certificación de sistemas de puesta a tierra.

**Instalaciones eléctricas industriales.** Phoenix EPC S.A.C. implementa instalaciones eléctricas en plantas industriales, residenciales y centros comerciales. Realizando trabajos de baja y media tensión, haciendo uso de equipos de prueba y medición certificados para cada aplicación.

**Instalaciones metalmecánicas.** Phoenix EPC S.A.C. realiza diseño, fabricación y

montaje de estructuras metálicas para diversas aplicaciones a nivel industrial, a su vez ejecutan instalaciones de tuberías, bombas y fitting en acero inoxidable, tuberías para procesos de petróleo y otros fluidos.

**Servicios de mantenimiento.** Phoenix EPC S.A.C. ofrece servicios de mantenimiento como una continuidad de sus proyectos constructivos, donde el cliente requiera una especial aplicación de ingeniería, tecnología y gerenciamiento. A continuación, se hace mención de los trabajos más relevantes:

- Mantenimiento de plantas industriales, donde elaboran planes y procedimientos para el correcto mantenimiento de sus equipos.
- Mantenimiento de sistemas eléctricos, tales como; subestaciones eléctricas, tableros de Centro de Control de Motores (CCM), sistemas de alumbrado, transformadores de distribución y motores eléctricos.
- Mediciones predictivas y preventivas, tales como análisis de redes eléctricas, termografía, y mediciones de sistema de puesta a tierra.
- Mantenimiento y calibración de manómetros, transmisores de nivel, flujo, presión, pH, turbiedad y cloro, entre otros. Así como válvulas de control y otros actuadores.
- Mantenimiento de sistemas de control, como tableros de control con PLC, Unidad Terminal Remota (RTU), sistemas DCS y cajas de conexiones.
- Mantenimiento y reparación de tarjetas electrónicas, de control y potencia, reparación de instrumentos de control de procesos, de equipos de laboratorio y de sistemas de control de bombas contra incendios.

### 1.1.6. Principales proyectos ejecutados

**Sector Minería.** Phoenix EPC S.A.C ha ejecutado proyectos en el sector minero, especialmente en las áreas de tostación, lixiviación y electrolisis de zinc y cobre. A su vez realizo diseño de ingeniería para sistemas de izaje de electrodos y molino de bolas. Los principales servicios fueron:

**Planta Votorantim Metais – Cajamarquilla.** Servicio de “Elaboración de ingeniería básica para la instalación de cuatro grúas cosechadoras de cátodos de Zinc”.

**Planta MMG – Minera Las Bambas.** Servicio de “Calibración de dos contómetros Toptech System, equipos para despacho de combustibles a camiones mineros”.

**Planta MMG – Minera Las Bambas.** Servicio de “Calibración de dos radares de dos tanques de almacenamiento de diésel”.

**Planta SPCC – Southern Mina Cuajone.** Servicio de “Reemplazo de tableros de fuerza y control para grúa puente de 15 Toneladas, del molino de Bolas”.

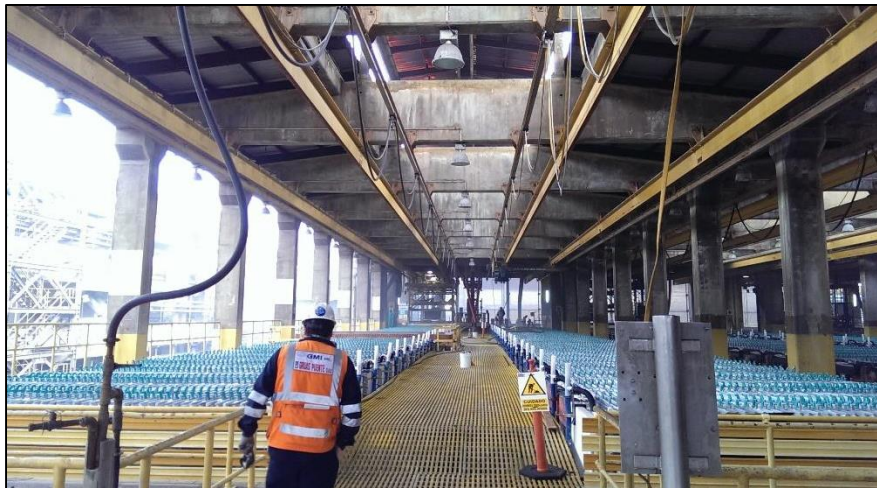


Figura 6. Planta cosechadora de cátodos de zinc – planta Votorantim Metaís Cajamarquilla

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**Sector tratamiento de aguas.** Phoenix EPC S.A.C ha ejecutado trabajos en todas las

etapas de los procesos de tratamiento de aguas, bocatomas, desarenadores, estanques, procesos de decantación y filtración. Elaborando proyectos de automatización para todas las etapas, como en la inyección de reactivos químicos, mediciones de turbiedad, inyección de cloro y elementos de control para procesos de filtrado. los principales servicios fueron:

*Sedapal – Planta Atarjea.* Servicio de “Sintonización de lazos PID para proceso de filtración de agua”.

*Sedapal – Planta Atarjea.* Servicio de “Elaboración de planos P&ID para todos los procesos de tratamiento de agua”.

*Sedapal – Lima-Callao.* Servicio de “Rehabilitación eléctrica en cámaras scada”.



Figura 7. Trabajos eléctricos en zona de inyección de reactivos planta atarjea  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**Sector hidrocarburos.** Phoenix EPC S.A.C. cuenta con mayor experiencia en este sector, donde ha venido ejecutando proyectos de gran envergadura en lugares como: planta de fraccionamiento pisco, planta de gas malvinas, plantas de Petroperú refinería conchán y refinería Repsol la pampilla. Los principales servicios ejecutados fueron:

*Planta PBF - Pure Biofuels del Perú.* Servicio de “Instalaciones eléctricas e instrumentación para proceso de mezcla en línea de diésel en Islas”.

instrumentación en planta de procesos”. “Reemplazo de skid de gas para los hornos h1 y h2 de planta de procesos”

**Planta Tarapoto – Petroperú.** Servicio de “Instalación de sistema de alerta de sobrellenado para tres tanques de turbo”.

**Refinería Pampilla – Repsol.** Servicio de “Instalaciones eléctricas e Instrumentación para nueva unidad Chiller”.

**Planta Oiltanking – Logística de Químicos del Sur LQS.** Servicio de Instalaciones eléctricas e Instrumentación y puesta en marcha en el proyecto “Construcción de dos nuevos tanques de almacenamiento de NASH”.

**Planta TP - Terminales del Perú Pisco.** Servicio de Instalación de panel de alarmas para proyecto “Adecuación del Sistema contra Incendio”.



*Figura 8.* Sistema de mezcla en línea para diésel – planta PBF del Perú

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

### 1.1.7. Principales clientes

A lo largo de su experiencia, Phoenix EPC S.A.C se ha ido consolidando como una primera opción para diversas empresas en el sector industrial, al momento de ejecutar sus proyectos, ya que ofrece soluciones de primer nivel, generando confianza en sus clientes.

Actualmente tiene como principales clientes a las siguientes empresas:

- Petróleos del Perú S.A.
- SEDAPAL
- Honeywell Perú S.A.
- Metroil - Metrología e Ingeniería Lino S.A.C.
- CIME Ingenieros S.R.L.
- Repsol - Refinería La Pampilla



Figura 9. Certificado de proveedor calificado – BDPC de Petroperú S.A.

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

## 1.2. Realidad problemática

Se ha visto un fuerte incremento en la demanda de hidrocarburos en todo el mundo.

La fuente principal de demanda se encuentra en el sector transporte y posteriormente en la industria, esto sucede a nivel mundial. La EIA (Administración de Información de Energía de EE. UU.), en el año 2014, realizó un análisis sobre la demanda de energía correspondiente a los hidrocarburos líquidos, donde precisa que el 56% proviene del sector transporte y el 32% del sector industrial. Esta agencia, proyecta que estas participaciones tendrán un aumento de 58% y 34% respectivamente, para el año 2040. La demanda de hidrocarburos ha venido y seguirá en aumento a lo largo del tiempo, ya que constituye ser la primera fuente de energía e el mundo y con esto el crecimiento económico durante la última década, teniendo mayor relevancia en países desarrollados (Osinermin, 2015).

Es por ello que cada vez se vienen implementando más plantas de proceso de refinación de petróleo y terminales de despacho de combustibles en todo el mundo. Pero con este crecimiento, las empresas productoras de combustibles, se ven en la necesidad de incorporar mayor tecnología en sus procesos, para una correcta supervisión y control de los mismos.

Honeywell (2018) expone el caso del Terminal de combustible de aviación Clifton Pier (administrada por Triton Global Petroleum, proveedor mundial de combustible de aviación), que almacena y entrega combustible para aviones a sus clientes en las Bahamas. Sus instalaciones están compuestas por siete tanques de combustible de capacidad operativa total de 2'315,900.00 galones. Este terminal se encontró con problemas operativos que provocaban demoras en la transferencia de productos, bajo rendimiento y daño resultante a la rentabilidad. A raíz de esto se trazaron desafíos específicos como: Reducir la incertidumbre causada por los horarios de envío, contabilidad precisa de pérdidas, mejorar la gestión del tráfico, eliminar la ambigüedad de la medición y optimizar la seguridad de su proceso. En



este punto se vieron con la necesidad de implementar un sistema de gestión automatizada

para terminales, la cual debía ser multiusuario con controles de inventario automatizados que fueran confiables y sólidos. Fue así que la Cía. Honeywell aportó una solución integral de control de inventario y gestión de terminales, ayudando a maximizar sus operaciones con información precisa y puntual en tiempo real sobre los despachos de combustible, aplicando tecnologías de medición y una alta seguridad en el proceso.

En el Perú, Osinergmin (2015) menciona que “los hidrocarburos líquidos desempeñan un rol importante en diversas actividades económicas del territorio peruano, representando un 54% del consumo total de energía, manteniéndose como fuente principal de energía dentro de varios procesos productivos y diferentes actividades económicas a nivel nacional” (p.51).

Teniendo esta premisa, cabe mencionar que, con una demanda tan creciente por el consumo de combustible en el Perú, las empresas dedicadas al rubro de producción y comercialización de combustibles, buscan mejorar cada vez más sus terminales de despacho, tanto en su gestión, control de inventarios, proceso, atención al cliente, entre otras.

Tal es el caso del Terminal de despacho de combustibles de Refinería Conchán (administrada por Petroperú S.A.), ubicada en Lurín, km 26.5 antigua panamericana norte. Implementada en el año 2005, inició sus operaciones con tan solo cuatro islas de despacho, donde se vendía cinco productos (derivados de petróleo) principales que eran las Gasolinas de 84, 90, 95, 97 y el Diésel B5, también denominados productos blancos. Posteriormente en el año 2009, en estas Islas de despacho se implementó un sistema de mezcla en línea, que consistía en la mezcla de combustibles puros con los biocombustibles, B-100 para el diésel y alcohol carburante para las gasolinas. Ante el aumento de la demanda por estos combustibles en los últimos años, tanto en la ciudad de Lima y en provincias, esta planta adquirió tres nuevas islas de despacho, para abastecer a sus clientes.

A pesar del crecimiento en su infraestructura, este Terminal de despacho, venía atravesando diversos problemas en su operación de trabajo, principalmente la demora en los tiempos de atención al cliente, lo cual generaba un malestar continuo y muchas veces estos clientes optaban por dejar de frecuentar este lugar para su abastecimiento de combustible, esta situación se vio reflejado en la disminución de las ventas.

Este gran problema se generaba muchas veces debido a las siguientes causas como el flujo de operación de trabajo de la planta era muy lento y repetitivo en la facturación, las Islas de despacho se encontraban aisladas y los controles de del proceso de despacho se hacían de manera local por un personal operario, quien a su vez vigilaba todo el proceso de carga, y en caso de algún incidente reportaba al supervisor de turno de forma presencial. Además, se generaba una congestión vehicular dentro del terminal, debido a que no existía un criterio de selección de islas, por ende, los camiones cisterna elegían el de su preferencia. Por otro lado, el reporte de las ventas se realizaba con un conteo manual, el personal operario al finalizar su turno, tomaba datos del contómetro de forma local y directa desde los equipos, y al término del día se realizaba un consolidado mediante sumas.

Debido a esto, se requiere implementar un sistema de gestión automatizado que pueda integrar estas múltiples operaciones que forman parte del objetivo del terminal, y obtener un despacho de combustibles controlado, rápido y eficiente.

### 1.3. Formulación del problema

#### 1.3.1. Problema General

¿Cómo implementar un sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho de combustibles de refinería Conchán, año 2019?

#### 1.3.2. Problemas Específicos

**Problema Especifico 01.** ¿Cuál es la situación actual del terminal de despacho de combustibles de refinería Conchán, año 2019?

**Problema Especifico 02.** ¿Cómo supervisar y controlar las operaciones de despacho del terminal de forma remota en refinería Conchán, año 2019?

**Problema Especifico 03.** ¿Cómo evitar el tráfico y congestión de camiones cisterna dentro del terminal de despacho de combustibles en refinería Conchán, año 2019?

### 1.4. Justificación

Actualmente hemos podido ver un incremento en la demanda por los combustibles, tanto a nivel mundial y en nuestro país. Esto conlleva a siempre mejorar la calidad en la distribución y comercialización de estos productos, favoreciendo a ambas partes, tanto al cliente que podrá obtener su producto con mayor calidad y en menor tiempo, y al mercader tener un control más eficiente de sus operaciones de venta, obteniendo mayores ingresos económicos.

Por ende, La finalidad de este proyecto es la de Implementar un Sistema de gestión automatizada en el Terminal de despacho de combustibles de Refinería Conchán, con la capacidad de poder integrar diversas operaciones que se ejecutan en la planta, y así poder brindar un servicio de calidad a través de estas mejoras en el actual sistema de despacho, primordialmente mejorando los tiempos de atención a los clientes, teniendo un control y supervisión en tiempo real de todas las operaciones de despacho, adquiriendo información de estos de forma remota y así generar los reportes de ventas de manera automática y exacta en

cualquier momento, de esta manera el cliente podrá retirarse del terminal en el menor tiempo posible. Esta acción generaría mayores ingresos de camiones cisternas a la planta durante el día, e incrementarían las ventas para la empresa.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Implementar un sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho de combustibles de refinería Conchán, año 2019.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

**Objetivo Específico 01.** Describir la situación actual del terminal de despacho de combustibles de refinería Conchán, año 2019.

**Objetivo Específico 02.** Supervisar y controlar las operaciones de despacho del terminal de forma remota en refinería Conchán, año 2019.

**Objetivo Específico 03.** Evitar el tráfico y congestión de camiones cisterna dentro del terminal de despacho de combustibles en refinería Conchán, año 2019.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Quispe (2019) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero electrónico, titulado: *“Diseño del sistema Scada para el área de recepción, almacenamiento y distribución de hidrocarburos líquidos en la planta Petroperú – Cusco”*. Se planteó como objetivo realizar el diseño de un sistema de supervisión y control remoto, para la planta de almacenamiento de hidrocarburos líquidos de Petroperú, ubicado en Oscollopampa – cusco. En el desarrollo de su investigación se respaldó con normas y estándares para el manejo de hidrocarburos y diversos conocimientos sobre instrumentación, además de realizar la construcción de un prototipo, con la finalidad de comprobar el funcionamiento del sistema SCADA, futuro a implementar. Entre sus principales conclusiones resalta, que, para la selección de equipos del sistema de supervisión y control, primero tuvo que desarrollar un plano de instrumentación donde muestra las etiquetas y funcionalidades de cada instrumento para una mejor comprensión global del diseño. A su vez indica que esto sirvió para realizar un presupuesto donde detalla los costos de cada equipo de medición y los trabajos que involucran la implementación de dicho sistema. Obteniendo así una aceptación favorable por parte de la empresa, debido a los bajos costos que implican el ejecutar el proyecto.

Huamán (2017) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial, titulado: *“teoría de colas en la atención de combustible diésel b-5 y satisfacción del cliente. empresas terminales del Perú. Chimbote, 2016”*. Se propuso como objetivo determinar la línea de espera que se relaciona con el nivel de satisfacción de los transportistas en el despacho de combustible diésel B-5 en la empresa Terminales del Perú en el distrito de Chimbote, año 2016. Fue un estudio de tipo descriptivo, con un diseño pre experimental. Empleo una muestra conformada por 27 colaboradores de las áreas más críticas de las operaciones en la planta terminales del Perú. Elaboro un instrumento de medición

documentado, que fue un cuestionario. Los resultados determinaron que al disminuir el tiempo de espera se ha mejorado la calidad del servicio, con clientes más satisfechos generando una alta expectativa en el servicio del tiempo de espera de colas.

López (2013) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero electrónico, titulado: *“Propuesta de diseño de sistema de control y monitoreo automatizado para SKID de medición de transferencia custodia para el proceso de despacho a camiones cisternas de GLP en la empresa VOPAK PERU S.A.”*. Se planteó como objetivo mejorar el proceso de despacho a camiones cisternas de GLP para la empresa Vopak Perú, es por ello que diseña un sistema de control y monitoreo automatizado para SKID de medición de transferencia custodia, aplicando un sistema de medición preciso y confiable durante su operación. Los resultados obtenidos de esta investigación determinaron que las variables indispensables a medir son el flujo, presión y temperatura, para desarrollar un sistema de transferencia custodia y definir los lineamientos del diseño final. Adicionalmente, señala que la utilización de equipos certificados ofrece una alta precisión y confiabilidad, tanto para la medición y control durante el proceso de transferencia.

Blas (2019) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero Mecatrónico, titulado: *“Diseño automatizado de una estación de combustible JP-1 para aeronaves en la selva peruana”*. Presenta como objetivo diseñar una estación de despacho de combustible JP-1 automatizado, donde su sistema deberá monitorear y controlar las operaciones de recepción y despacho. Durante el desarrollo de su investigación, propone el diseño de un sistema de medición automática para los tanques de almacenamiento de combustible, con la finalidad de ser integrado y todo el proceso en general pueda ser controlado desde una sala. El autor concluye que se debe realizar el despacho o la recepción uno por vez, por un tema de seguridad ante cualquier evento no deseado, y que los dispositivos instalados en el sistema, deberá ser manejado por personal operativo calificado.

Cerna y Kristhompson (2014) en su informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de ingeniero de computación y sistemas, titulado: *“Implementación de sistemas automatizados incluyendo RFID y GPS para la gestión de inventario en terminales de almacenamiento en RANSA”*. Se propuso como objetivo implementar un sistema automatizado para terminales de almacenamiento, integrando tecnología RFID y GPS, con la finalidad de optimizar los tiempos de atención en el proceso y mejorar el flujo de transporte dentro del terminal de la empresa RANSA. Concluyo que el uso del GPS y RFID automatiza las operaciones de recepción y despacho, eliminando todo proceso manual ejecutado por personal operario. Además, menciona que este sistema mantiene una óptima supervisión respecto al uso de los recursos, generando reducción de costos operativos.

Robles (2019) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial y comercial, titulado: *“Optimización del despacho de mercancías en un terminal portuario multipropósito para mejorar su nivel de servicio y productividad”*. Se planteó como objetivo optimizar el proceso de despacho de carga fraccionada, de esta manera alcanzar los umbrales mínimos requeridos, teniendo en cuenta los factores operativos. Esta investigación tiene un enfoque de tipo cuantitativa correlacional, con una metodología cuasi experimental. Centra su recolección de datos, experimentación y resultado en cálculos estadísticos, permitiéndole hallar una correlación entre sus variables. Empleo una muestra de 229 camiones que ingresan al terminal portuario APM Terminals. Aplica una metodología Seis Sigma, donde muestra cuantitativamente la situación actual del proceso de despacho de carga fraccionada y a su vez propone mejoras por medio de herramientas de ingeniería. Su investigación concluye que el umbral establecido para el tiempo de atención al usuario, se encuentra fuera de la realidad para un terminal multipropósito, mostrando evidencia estadística de que el tiempo máximo debe ser mayor para el negocio de carga general.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Combustibles líquidos

Según Osinergmin (2015) indica que los combustibles líquidos abarcan al petróleo y sus derivados, como también a los líquidos de gas natural. Estos son una mezcla de compuestos orgánicos de carbono e hidrogeno. Estos productos con valor agregado son obtenidos gracias a la refinación (separación y procesamiento de sus componentes). Las industrias dedicadas al sector de hidrocarburos producen tanto petróleo como gas natural, originando a los líquidos de gas natural cuando se desprenden del gas natural húmedo, estos tienen una composición de butano, propano y etano. Ambos combustibles líquidos son comercializados fluidamente en todo el mundo, determinando su precio acorde a la oferta y demanda del mercado.

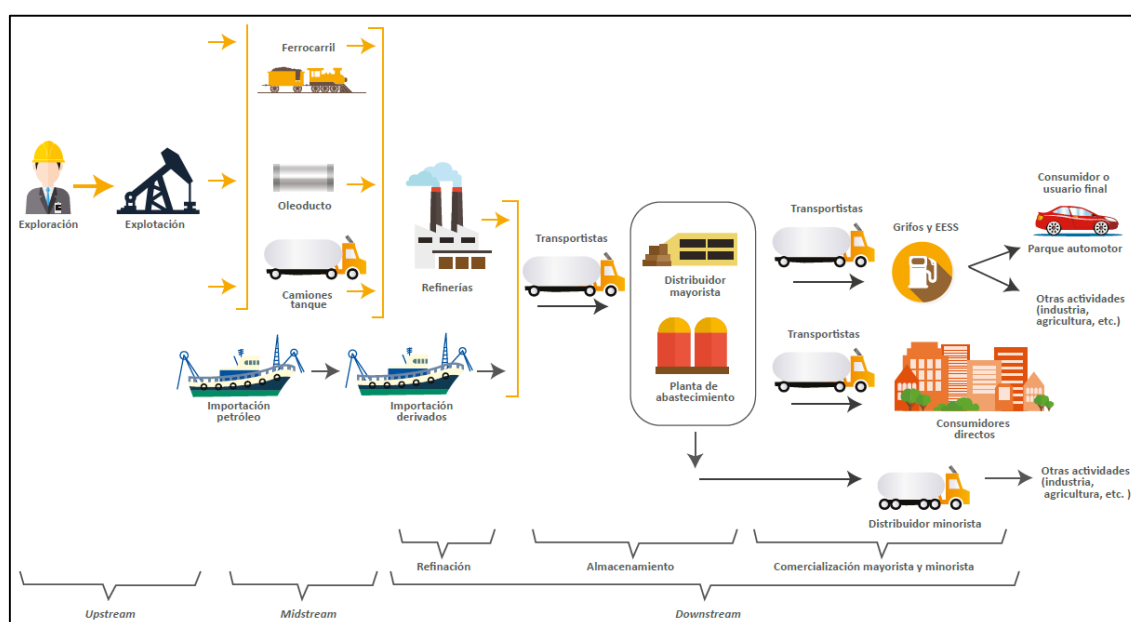


Figura 10. Cadena de valor de los derivados de petróleo – combustibles líquidos

Fuente: Osinergmin (2015), en su revista “La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país”, (p.29).

Por otro lado, Contreras (2018) menciona que los combustibles líquidos se originan, cuando el petróleo crudo es expuesto a altas temperaturas y sometido a destilación fraccionada, es aquí donde se separan los vapores de los cortes más volátiles. los combustibles líquidos desprenden energía calorífica, CO<sub>2</sub>, vapor de agua y otros gases, esto



al elevar su temperatura, ya que sus moléculas se combinan con el oxígeno. Actualmente estos son muy empleados en la industria, en sectores como el transporte, donde presentan gran demanda.

**Producción en refinería.** Fundación Yacimientos Petrolíferos Fiscales S.A. (2011) define a la refinería como una planta de tipo industrial con el objetivo de producir combustibles que tengan capacidad de combustión como las gasolinas, la nafta, etc. Aplicando una serie de procesos de refinación al petróleo crudo. También menciona que en este lugar se puede producir diversidad de productos tales como el kerosene, asfaltos, coque, materia prima para procesos petroquímicos.

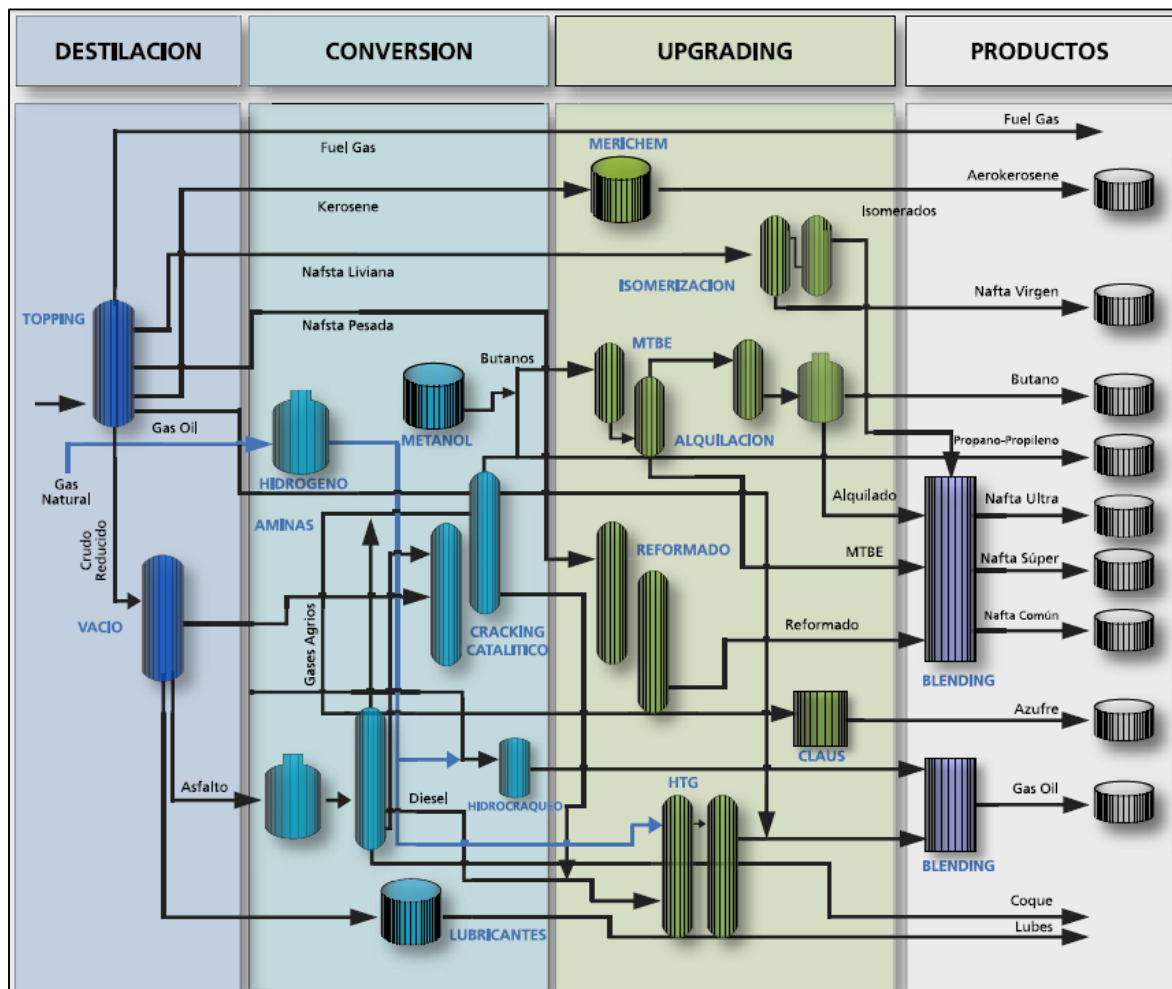
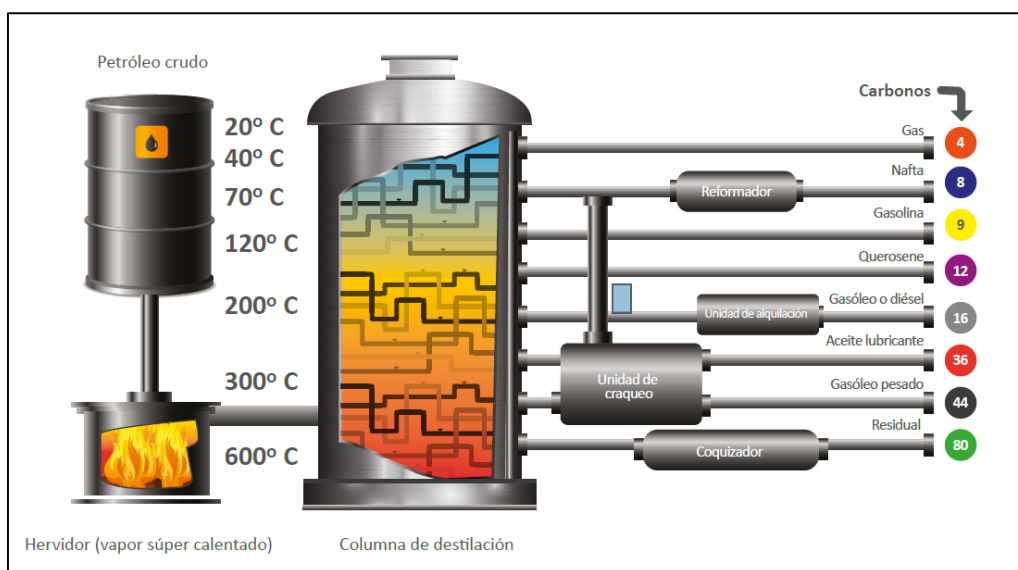


Figura 11. Esquema genérico de una refinería de última generación

Fuente: Fundación YPF (2011) en su revista, “Refinación del petróleo – Parte 1”, (p.08)

**Procesos de refinación.** Osinergmin (2015) define a la refinación como aquel

proceso eficiente para obtener productos de alto valor comercial como lo son las gasolinas, el diésel y el gas licuado de petróleo o también llamado GLP. Todos estos derivados de los hidrocarburos (petróleo y gas natural). Este proceso de refinación consiste en la separación de hidrocarburos al someterse a temperaturas altas, que luego se combinarán con otros aditivos, para así lograr la especificación técnica exigida por el ente regulador y supervisor de energía del país donde será comercializado.



*Figura 12.* Diagrama de proceso de refinación del petróleo

Fuente: Osinergmin (2015), en su revista “La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país”, (p.34).

**Destilación atmosférica.** YPF (2011) define a la destilación atmosférica como aquel

proceso que independiza elementos de un conjunto de hidrocarburos en función a sus temperaturas de ebullición. Así mismo, señala que este proceso se basa en vaporizar al petróleo crudo y posteriormente condensarlo en cortes definidos, variando su temperatura de cada uno de ellos a lo largo de la columna fraccionadora donde está contenida. Para lograr la fase de vapor, el petróleo crudo pasa por el horno, donde se le transfiere energía térmica para su cambio de fase y luego a la zona de carga de la columna a una baja presión, y así producir el flasheo obteniendo la vaporización absoluta. Para obtener la fase líquida de los cortes, se hace un intercambio de calor con fluidos refrigerantes, eliminando la energía entregada por el horno en su fase de precalentamiento. Luego de este proceso se obtienen los siguientes productos: Gases Incondensables (principalmente etano y metano), gas licuado de petróleo, nafta liviana y pesada, kerosene, gas oil liviano y pesado y los residuales (fondos de topping).

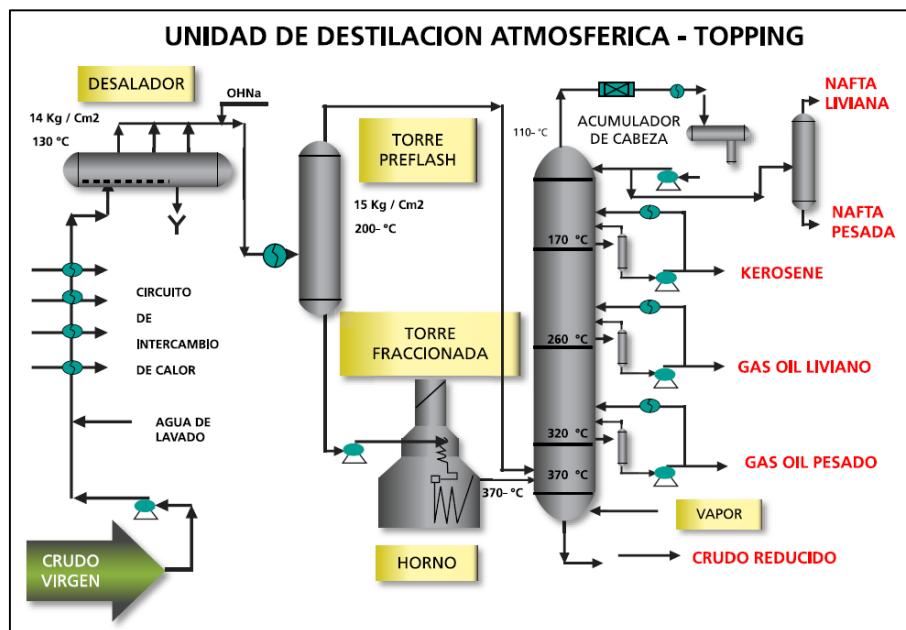


Figura 13. Proceso de destilación atmosférica

Fuente: YPF (2011) en su revista, “Refinación del petróleo – Parte 1”, (p.09)

**Destilación al vacío.** YPF (2011) define a la destilación al vacío como aquel proceso

complementario a la destilación atmosférica, para seguir extrayendo más derivados (productos ligeros) de los hidrocarburos que no pudieron ser destilados en la etapa anterior. Para lograr este fin se debe alcanzar presiones muy bajas dentro de la columna, haciendo uso de eyectores de vapor. Porque de seguir aplicando altas temperaturas ocasionaría una descomposición térmica su estructura molecular quedando un producto inservible. La presión absoluta de operación de la columna es de unos 20 mm de Hg en su zona de ingreso (zona flash), aquí es donde se origina una vaporización del producto a causa de la baja presión. Los productos que se obtienen de este proceso son: Gas oil liviano y pesado de vacío, gas oil parafinoso, asfalto.

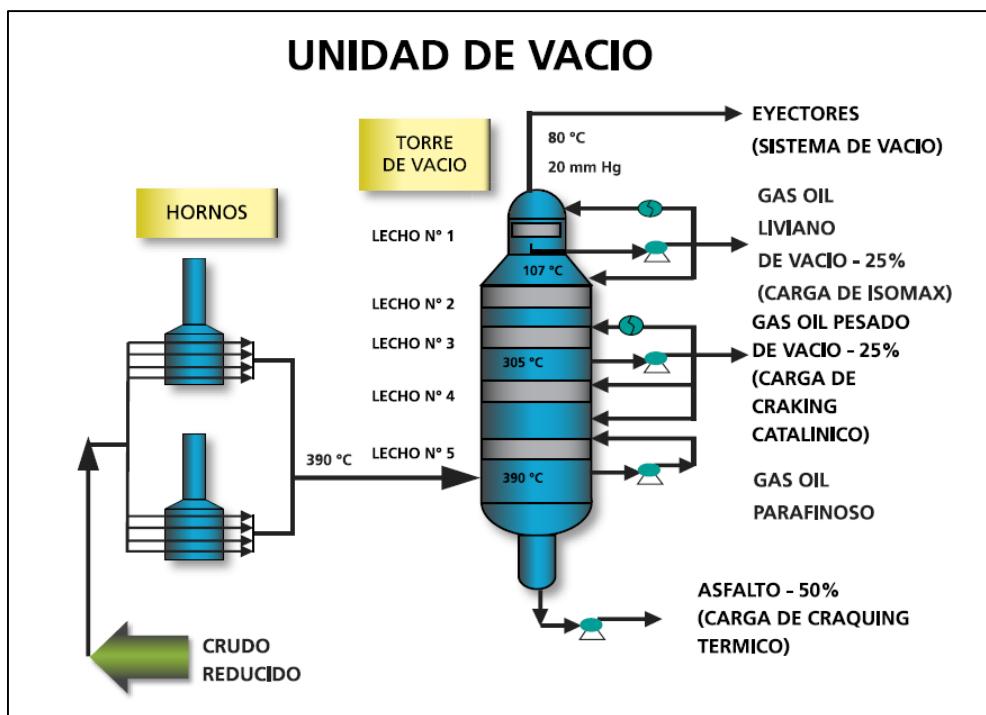


Figura 14. Proceso de destilación al vacío

Fuente: YPF (2011) en su revista, “Refinación del petróleo – Parte 1”, (p.12)

### **Tipos de combustibles líquidos.**

**Gasolinas.** Osinergmin (2015) define a la gasolina como un producto liviano derivado del petróleo, donde el octanaje es su principal característica, la cual se relaciona como la medida de resistencia a la combustión. Este combustible líquido es utilizado principalmente en los motores de combustión interna. En el mercado peruano, existe una gran demanda por las gasolinas de 84, 90, 95 y 97 octanos. Según Petroperú (2019) señala que estas gasolinas están constituidas por una Mezcla compleja de hidrocarburos, cuya composición consta de cadenas carbonadas que contienen entre 5 y 12 carbonos (C5-C12), un contenido de olefinas de hasta un 25% en volumen; y aromáticos, hasta un 45%.

**Diésel.** Osinergmin (2015) define al diésel como un combustible líquido con un punto de ebullición y peso específico mucho mayor que el de las gasolinas, su principal característica es el número de cuétano, que refleja la medida de calidad de ignición. Es utilizado en automóviles con motor a diésel.

**Gas licuado de petróleo.** El gas licuado de petróleo o también denominado GLP, como una mezcla de gases licuados derivados del gas natural o petróleo. Este producto es de rápida combustión y carente ante la emisión de residuos contaminantes como son el plomo y el azufre. Es de bajo costo en el mercado, comparado a otros combustibles. Su almacenamiento y transporte se realiza en estado líquido, ya que presenta ventajas respecto a su volumen, en este estado es 250 veces menor que en estado gaseoso. (Osinergmin, 2015)

#### **2.2.2. Sistema de gestión automatizado**

Se lo puede definir como un sistema automático que supervisa y controla todas las actividades de un proceso específico de formar ordenada y continua, implementando tecnología para controlar las operaciones, sin la necesidad de la intervención humana.

**Sistema de gestión.** Novillo, Parra, Ramón y López (2017) definen a un sistema de gestión, como aquellos procesos ordenados, que debe seguir una empresa al desempeñar sus actividades para lograr sus objetivos. Así mismo mencionan que si una empresa implementa un sistema de gestión tiene la capacidad de controlar distintas actividades. (p.84)

**Gestión de calidad (SGC).** Novillo, Parra, Ramón y López (2017) definen a un sistema de gestión de calidad como un método implementado por las empresas, con la finalidad de asegurar la satisfacción de las necesidades de sus clientes, para esto necesitan planificar cada una de sus actividades y procesos de manera adecuada, resaltando en su política la mejora continua. De esta manera las empresas lograr ofrecer en sus productos y servicios una calidad de primer nivel, posicionándose en el mercado laboral con gran ventaja competitiva antes otras compañías del sector.



Figura 15. Objetivos de un sistema de gestión de calidad

Fuente: Novillo, Parra, Ramón y López (2017), Libro “Gestión de la Calidad un Enfoque práctico”, (p.86)

**Automatización.** Según Ponsa y Vilanova (2005) definen a la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales. De igual forma, Acevedo, Fernández, Armesto (2010) suele definir la automatización como la aplicación de la tecnología para llevar a cabo procesos que se auto comprueban y se autocorrigen. Es, por lo tanto, una combinación de la tecnología mecánica, tecnología Eléctrica, la Teoría de Control, la Electrónica y los Computadores para implementar y controlar los sistemas de producción.

**Sistema automatizado.** Según Sanchis, Romero y Ariño (2010) definen un sistema automatizado como aquel proceso que tiene la capacidad de reaccionar de forma automática, ante algún cambio durante su operación del mismo, esto sin intervención humana. Ejecuta acciones adecuadas con la finalidad de cumplir los requerimientos por el cual fue diseñado.

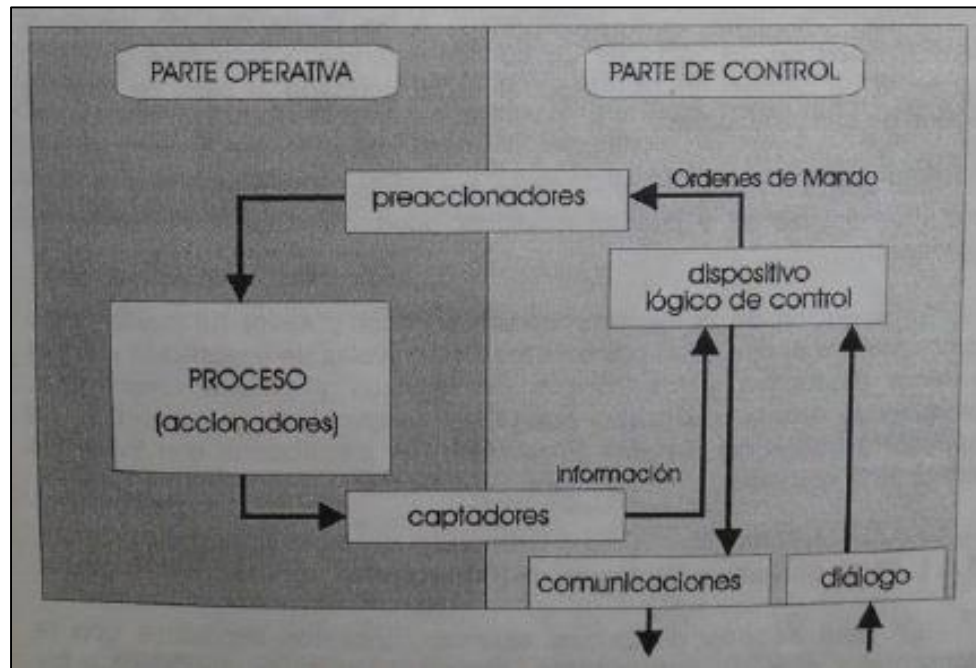


Figura 16. Modelo de un sistema automatizado

Fuente: García (2001), libro, “Automatización de Procesos Industriales”, (p.11)

### 2.2.3. Terminal de despacho de combustibles

Se puede definir como un lugar o área de ventas de combustibles, conformado por una zona de almacenamiento y una zona de despacho, donde se tiene como función principal el vender combustible en grandes volúmenes a camiones cisterna, quienes transportaran estos productos a centros minoristas para la venta al consumidor final, como son las estaciones de servicio, grifos, etc.

Osinermin (2015) indica que los terminales de despacho de combustible son aquellos terminales o plantas que contienen zona almacenamiento, ductos y equipos de bombeo. Estos lugares tienden a situarse cerca de las refinerías de petróleo, plantas de fraccionamiento y en centros de mayor demanda. Este tipo de instalaciones cuenta con una economía de escala por volumen. La implementación de innovación tecnológica tiene un rol importante en su

estructura, ya que permiten sincronizar la recepción y despacho de combustibles, a lo largo de su proceso.

**Zona de Almacenamiento.** Esta zona está conformada por un conjunto de Tanques de almacenamiento construidos bajo la Norma API 650, en estos contenedores se almacenan los combustibles (gasolinas, diésel, solventes, nafta, alcohol carburante, entre otros) que son obtenidos de las plantas de proceso de refinación de petróleo. Posteriormente estos productos son transportados mediante bombas centrifugas a la zona de despacho, donde será vendido al consumidor mayorista.

**Tanques de almacenamiento según Norma API 650.** El almacenamiento tiene una función importante en la industria del petróleo. En un sistema de almacenamiento de líquidos se debe lograr la mayor economía posible considerando las restricciones de seguridad, ambiente y calidad de los productos. Aunque la palabra tanque identifica a un solo tipo o pieza de equipo en una instalación industrial, los tanques se han utilizado en innumerables formas, tanto para almacenar líquidos, vapor, o incluso sólidos y en una serie de aplicaciones. El almacenamiento de los hidrocarburos en tanques constituye un elemento de sumo valor en la cadena de producción de los combustibles.



Quispe y Aguilar (2019) mencionan que los tanques de almacenamiento, tienen la finalidad de preservar líquidos o gases, estos están contruidos bajo la norma API650, se sitúan en las refinerías y terminales de despacho, trabajando a bajas presiones.

Asimismo, mencionan que la norma API 650 es aquella norma estándar que determina el material, dimensiones, diseño, fabricación, lineamientos de operación, entre otros. Que tendrá el tanque de almacenamiento. Ya que tendrá que ser el adecuado para almacenan combustibles líquidos a presiones internas bajas o presión atmosférica, a su vez con temperaturas no mayores a los 93°C. La Norma API 650 se respalda bajo las normas ASTM, AWS, entre otras, que ayudaran a la construcción final del tanque.



*Figura 17.* Patio de tanques de almacenamiento de combustibles

Fuente: Emerson (2017) libro, “la guía del ingeniero para la medición de tanques”, (p.03)

**Zona de despacho.** Honeywell (2013) indican que las zonas de despacho de combustibles tienen como elemento principal, a los muelles o bahías de carga, donde se ejecutan operaciones como carga, mezcla, aditivación de productos, estos son automatizados y monitoreado para minimizar la intervención humana. El proceso de carga está permitido solo después de la seguridad los sistemas adyacentes, ya existe un orden en el proceso. Cuentan con múltiples brazos de carga superiores e inferiores, que son utilizados para procesar o despachar un pedido para un transportista en particular.



*Figura 18.* Despacho de combustibles a camión cisterna en el terminal de refinería conchán

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

#### 2.2.4. Metodología

Según Gómez Bastar (2012) menciona que cuando una persona confronta un problema, esta inicia cuestionándose de forma innata, sobre el porqué y para qué de la situación. Inicialmente de forma espontánea o por sentido común, pero en gran medida esta cuestión carece de fundamento. Sin embargo, con el pasar del tiempo se logra un proceso de investigación de forma científica, con mejor fundamento, elaboración y trascendencia. Para lograr ello, es necesario concertar nuestros pasos y aplicar una metodología. Por ende, define a la metodología de investigación como una disciplina encargada del estudio crítico de procedimientos y métodos aplicados, para obtener y generar conocimiento en el campo de la investigación científica. Además, señala que el uso de esta metodología ayuda a actuar de manera organizada y sistemática, evitando así las improvisaciones, y posteriormente ocasionando problemas durante la investigación.

##### **Técnicas**

**Diagrama de Ishikawa.** De Saeger (2016) define al diagrama de Ishikawa como una herramienta gráfica que plasma un panorama global de las causas que pueden estar generando un problema y de las consecuencias que este ha provocado. Esta herramienta es muy utilizada por las empresas, ya que es posible identificar de manera precisa las causas del problema, presentándola de forma jerárquica.

Por otro lado, el Instituto uruguayo de normas técnicas (2009) define al diagrama de Ishikawa como un método gráfico utilizado para diagnosticar las posibles causas que originan ciertos problemas, pero a su vez estas pueden ser controlables. Con este método se pueden analizar y comunicar las relaciones de causa-efecto, facilitando la solución a problemas desde su origen.

Así mismo, el autor señala las etapas para construir un diagrama de Ishikawa o

también conocido como diagrama de causa-efecto, de la siguiente manera en forma ordenada:

- Elegir el efecto que se requiere controlar o mejorar, o un problema en específico.
- Situar dicho efecto en un cuadro al extremo derecho de una flecha, el cual se considera como flecha principal.
- Anotar los factores esenciales vinculados al efecto mencionado, sobre el extremo de las flechas secundarias que señalan a la flecha principal, formando así un grupo individual por cada rama. Se deberá considerar los factores de fluctuación más comunes.
- Escribir los factores secundarios sobre cada rama. Para obtener un diagrama consistente se deberá tener al menos de dos a mas niveles por rama.
- Proseguir de igual manera hasta acabar todos los factores.
- Concluir el diagrama, corroborando que todas las causas hayan sido señaladas e identificadas.

La elaboración de un buen diagrama de causa-efecto radica en el propósito por el cual se utiliza, a su vez esta no tiene una forma definida, ya que las categorías elegidas se aplican acorde al problema y realidad que vive la empresa en ese momento.

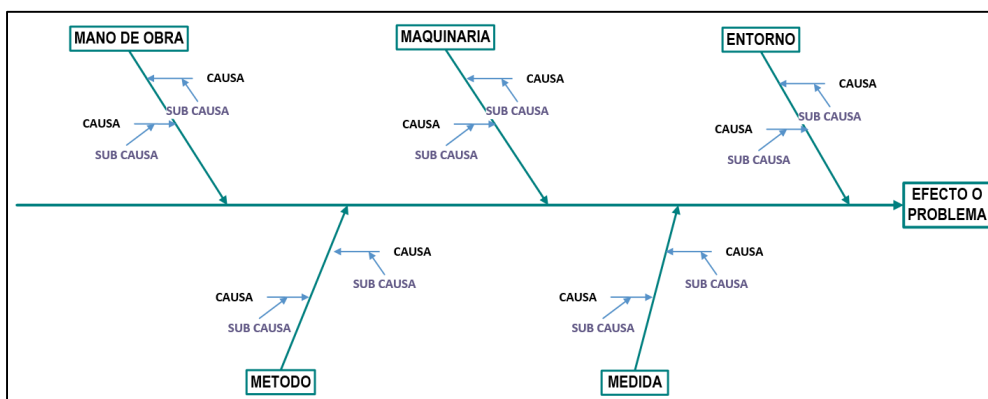


Figura 19. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

*Diagrama de flujo.* Según Instituto uruguayo de normas técnicas (2009) define el

diagrama de flujo como una representación gráfica donde se muestran las actividades de un proceso de manera ordenada y consecutiva. Este método es el más sencillo de entender cómo se desarrolla cualquier proceso existente o para diseñar un nuevo proceso a futuro. De esta manera se puede mostrar la secuencia de hechos que ocurren para obtener un producto final, desde su materia prima. A su vez, ayuda al personal involucrado, a que sepa que actividades son las que se deben hacer antes o después de otra, durante la ejecución.

Así mismo, el autor señala las etapas necesarias para la elaboración de un diagrama de flujo, de la siguiente manera:

- Identificar el inicio y el final del proceso que se está analizando.
- Contemplar el proceso desde su inicio hasta el fin, de forma completa.
- Establecer las etapas del proceso con el personal involucrado.
- Formar un borrador del diagrama de flujo del proceso, para luego ser revisado con el personal involucrado.
- Subsanan observaciones encontradas durante la revisión, para luego ser verificado respecto al proceso real.

El beneficio más relevante del uso de diagramas de flujo, es la participación obtenida por todo el personal involucrado en el proceso, analizando diferentes fases de la misma. Esto genera un control más efectivo, optimizar costos administrativos y operativos y mejorar las relaciones laborales.

### 2.2.5. *Normativas y consideraciones técnicas*

**Artículo 38° - Decreto supremo N° 054-93-EM.** Osinergmin (2017) señala que este reglamento de seguridad para establecimientos de venta al público de combustibles derivados de hidrocarburos, indica que las instalaciones eléctricas y equipos que forman parte de espacios donde haya presencia de vapores inflamables de combustibles, deberán ser del tipo antiexplosivo, de no ser así deberán acogerse a normas internacionales tales como el código nacional eléctrico (NEC) de la NFPA norteamericana.

**Artículo 39° - Decreto supremo N° 054-93-EM.** este reglamento de seguridad para establecimientos de venta al público de combustibles derivados de hidrocarburos, señala que los equipos antiexplosivos empleados en este tipo de espacios, deberán contar con certificaciones que denoten marca, clase y división a la que pertenece, y a su vez el reconocimiento de la institución que admitió su aplicación. (Osinergmin, 2017)

**Código nacional de electricidad 2006.** La Sección 110-050 de este reglamento, indica que el equipo eléctrico debe contar con aprobación según la clase del lugar, a su vez debe ser aprobado para el gas, vapor o polvo al que estará expuesto. La sección 110-060 de este reglamento, señala los requerimientos básicos para las salas situadas en lugares peligrosos de clase I zona 2, donde se instalarán equipos eléctricos y mecánicos, deberán con una puerta a prueba de fuego y de cierre automático. La sección 110-068 de este reglamento, permite que todo cable aprobado para lugares de clase I zona 2, deberá recorrer en una bandeja portacable. La sección 110-070 de este reglamento señala los aspectos a cumplirse para la instalación de equipos eléctricos en áreas clasificadas, como el tipo de canalización, cableado, uso de sellos antiexplosivos, entre otros. Sección 110-158, indica que el sellado antiexplosivo debe ser efectuado en todas las tuberías pesadas y cables eléctricos que ingresan o salen de un circuito de protección. Sección 110-160, señalan que los interruptores, controladores e interruptores automáticas se consideran como elementos con capacidad de

producir ignición en condiciones normales de funcionamiento, por ello deben encontrarse encerrados en recintos de protección a prueba de explosiones, y sean aprobados como un montaje completo en el área de trabajo. (Manual de sustentación de Código Nacional de Electricidad, 2006).

**NFPA 30 - Código de Líquidos Inflamables y Combustibles, edición 2008.**

Osinergmin (2017) señala que este código, en su capítulo 7 sobre sistemas eléctricos, indica que un área clasificada no deberá ser extendida más de un piso, techo o alguna otra partición que no tenga abertura en el interior del área.

### **CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Mi ingreso a la empresa Phoenix Engineering Procurement and Construction S.A.C, en adelante Phoenix EPC S.A.C. se da a inicios del año 2019 en el mes de enero, en este periodo la empresa tenía a su cargo gran cantidad de Servicios en Ejecución, teniendo como principal cliente a Petróleos del Perú S.A. - Refinería Conchán, específicamente con las Unidades de Inspección, Mantenimiento, Proyectos y Planta de Ventas. Lo cual genero la necesidad de incorporar más profesionales en su equipo de operaciones, requiriendo de Ingenieros Supervisores de Campo, técnicos especialistas y operarios. Llevando a cabo una convocatoria laboral, donde se tomaron pruebas psicotécnicas y de conocimientos sobre Electricidad, Instrumentación y Automatización Industrial, específicamente en el sector Energía. Realice mi postulación, aprobando todas las pruebas y posteriormente calificando al puesto de Supervisor de Campo (puesto que ocupo en la actualidad).

Durante el primer mes de labores, recibí constantes capacitaciones sobre temas de seguridad y salud en el trabajo, lo cual era primordial conocer, ya que mi función era la de supervisar la ejecución de trabajos dentro de una refinería de petróleo (un área clasificada como altamente peligrosa).

Según Osinergmin (2017) identificaríamos a una Refinería de Petróleo donde se procesa el petróleo crudo para la obtención de sus derivados y posteriormente vender estos al público, como un área que tiene una atmosfera potencialmente explosiva, clasificándolo como Área de Clase I, División I, Grupo D.



Durante los meses de enero, febrero y marzo de 2019 estuve a cargo de la supervisión de diversos proyectos ejecutados dentro de refinería Conchán, a continuación, hago mención de los siguientes:

- Servicio de montaje de sistema de medición de nivel de tanque TK-21
- Mantenimiento eléctrico e instrumentación de planta de Tratamiento de Efluentes
- Servicio de instalación de tuberías conduit para el sistema de medición de nivel y temperatura del tanque TK-51
- Servicio de trabajos correctivos de instrumentos de medición de planta de procesos

En abril de 2019, la empresa Honeywell Perú S.A. ejecuto el proyecto de Integración y Automatización del sistema de despacho de la planta de ventas de refinería Conchán, teniendo como contratista directo a Phoenix EPC S.A.C., para el desarrollo de la implementación física del sistema, desarrollo de la Ingeniería de detalle, ejecución de trabajos eléctricos e instrumentación, comisionamiento y puesta en marcha del sistema. Mientras que Honeywell Perú S.A.C. se encargó de la parte de la configuración, programación y comunicación del sistema desde el software Terminal Manager y a su vez la conectividad con el ERP SAP.

Para esta fecha se habían culminado los trabajos civiles, y se estaba dando inicio a los trabajos estructurales, eléctricos y de instrumentación. A partir de este punto participe en el equipo, como supervisor de campo para la ejecución de los trabajos mencionados, teniendo a a cargo un grupo de diez técnicos operarios. A su vez desempeñe las labores de coordinaciones diarias con el cliente, y personal encargado del área de ejecución del trabajo.

### 3.1. Análisis de la situación actual del terminal de despacho

Refinería Conchán, administrada por Petróleos del Perú S.A. se encuentra localizado en Antigua Panamericana Sur Km. 26.5 – Lurín. Dentro de sus instalaciones cuenta con un Terminal de despacho de combustibles, también denominado “Planta de ventas”. En esta área se realiza la venta final de combustibles líquidos a clientes mayoristas y minoristas, quienes receptionan sus productos mediante camiones cisterna.



Figura 20. Ubicación del terminal de despacho de combustibles de refinería conchán

Fuente: Google maps

Las condiciones ambientales características del lugar, son las siguientes:

- Atmosfera: corrosiva y con presencia de partículas
- Altitud sobre el nivel del mar: 4 msnm
- Temperatura ambiente: 35.0 °C
- Temperatura ambiente mínima: 8.8 °C
- Humedad relativa máxima: 90 % a más (época de invierno)
- Humedad relativa mínima: 80%
- Velocidad del viento: 10.2 ft/s

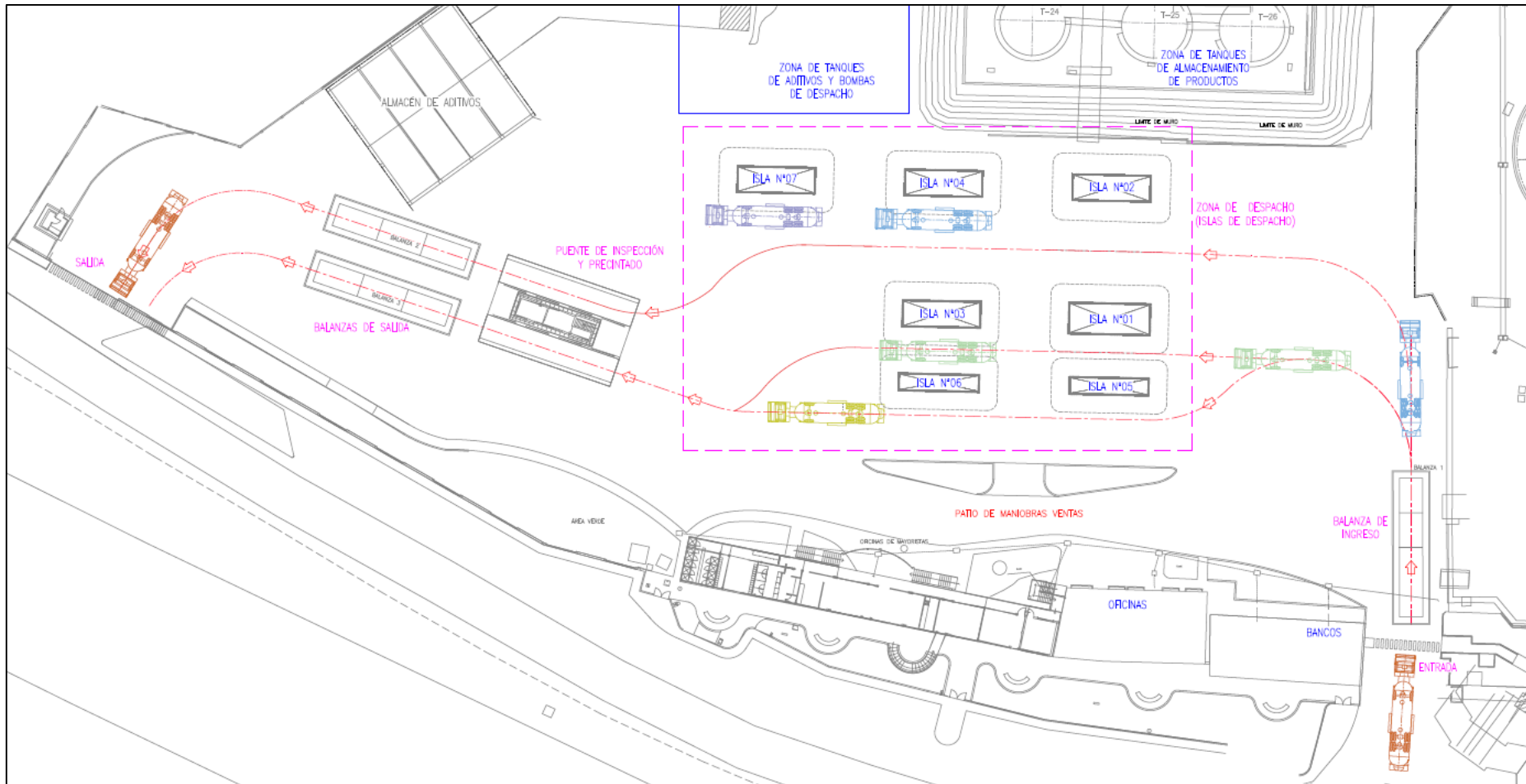


Figura 21. Vista general del terminal de despacho de combustibles de refinería Conchán

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

### **3.1.1. Operación actual de trabajo**

El terminal de despacho de combustibles o planta de ventas, ofrece a sus clientes una amplia lista de combustibles con gran demanda en el territorio nacional, pero para poder brindar una atención adecuada, cuenta con las siguientes áreas:

- Puestos de vigilancia N° 05 y N° 10
- Balanzas de Ingreso y Salida
- Área de Inspección de cisternas
- Oficina de Mayoristas
- Oficina de facturación
- Islas de despacho de combustibles
- Puente de control

En esta sección, se hará uso del diagrama de flujo para describir la operación actual de trabajo del terminal de despacho de combustibles de refinería Conchán, donde se indican las actividades en paralelo realizadas por las diferentes áreas.

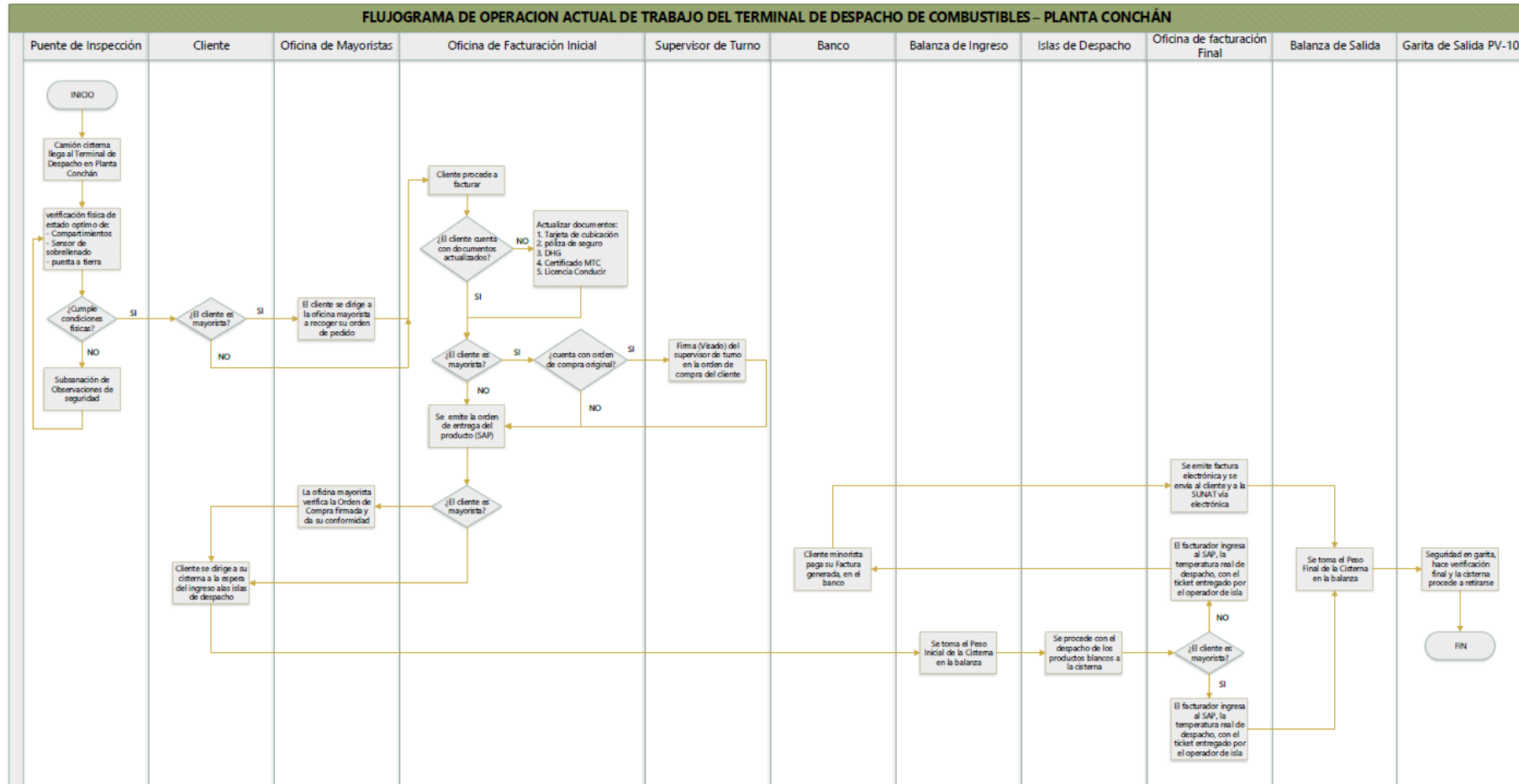


Figura 22. Diagrama de flujo de operación actual de trabajo del terminal de despacho de combustibles

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

### 3.1.2. *Productos disponibles para venta*

El terminal de despacho de combustibles, actualmente posee siete islas de despacho de productos blancos (gasolinas, diésel, biodiesel de alto y bajo azufre, biocombustibles, alcohol carburante y solventes) donde los clientes mediante camiones cisterna receptionan los productos requeridos. La distribución de estos productos por cada isla es la siguiente:

Tabla 1:  
*Productos blancos disponibles por cada isla de despacho*

ISLA N°01	ISLA N°02	ISLA N°03	ISLA N°04	ISLA N°05	ISLA N°06	ISLA N°07
Gasohol 84	Gasohol 84	Gasohol 84	Gasohol 84	Gasohol 84	Gasohol 84	Alcohol Carburante
Gasohol 90	Gasohol 90	Gasohol 90	Gasohol 90	Gasohol 90	Gasohol 90	Solvente 1
Gasohol 95	Gasohol 95	Gasohol 95	Gasohol 95	Gasohol 95	Gasohol 95	Solvente 3
Gasohol 97	Gasohol 97	Gasohol 97	Gasohol 97	Gasohol 97	Gasohol 97	Biodiesel B100
Diesel B5	Diesel B5	Diesel B5	Diesel B5	Diesel B5	Diesel B5	Diesel B5
Diesel B5-S50	Diesel B5-S50	Diesel B5-S50	Diesel B5-S50	Diesel B5-S50	Diesel B5-S50	Diesel B5-S50

*Nota.* El terminal de despacho de planta conchán cuenta con siete islas, cada una de estas dispone de seis productos (combustibles) distintos. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

Tabla 2:  
*Clasificación de productos blancos en terminal de despacho*

Productos Blancos (combustibles líquidos)	Clasificación	
	Principales	Secundarios
Gasohol 84	Considerado	No considerado
Gasohol 90	Considerado	No considerado
Gasohol 95	Considerado	No considerado
Gasohol 97	Considerado	No considerado
Diésel B5	Considerado	No considerado
Diésel B5-S50	Considerado	No considerado
Alcohol Carburante	No considerado	Considerado
Solvente 1	No considerado	Considerado
Solvente 3	No considerado	Considerado
Biodiesel B100	No considerado	Considerado

*Nota.* La clasificación de los productos blancos comercializados en el terminal de despacho, es una denominación interna. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

### 3.1.3. Operación de despacho

**Abastecimiento de producto.** La transferencia de los productos blancos almacenados en los tanques, se realiza mediante gravedad y por electrobombas, desde la zona de almacenamiento hasta las islas de despacho tipo skid, una vez aquí se realiza la inyección de aditivos a estos productos, mediante electrobombas que alimentan a todos los puntos de despacho, donde finalmente gracias a los brazos de carga se podrá despachar a los camiones cisterna.

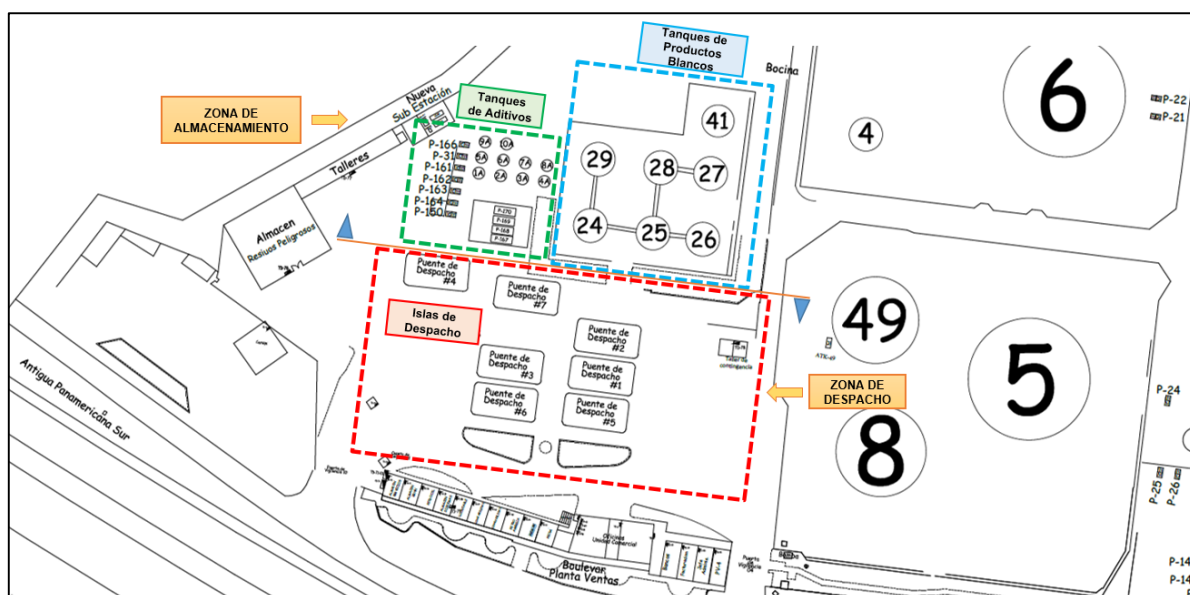


Figura 23. Distribución de zonas en el terminal de despacho

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.



Figura 24. Zona de tanques de aditivos

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**Islas de Despacho.** El terminal de despacho de combustibles de planta Conchán, tiene como fase final a las islas de despacho para cumplir su objetivo, estas cuentan con sistema de carga por el fondo (Bottom Loading), que consiste en un método para despachar combustibles a los camiones cisterna, mediante un sistema de válvulas y tuberías, que se encuentran en la parte lateral inferior de los tanques cisterna del camión. Actualmente existen siete islas de despacho tipo SKID, todas en operación.



*Figura 25.* Isla de despacho de combustibles del terminal

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

Estas islas de despacho, funcionan de forma aislada e independiente una de la otra, no existe ningún tipo de comunicación entre ellas. Cada punto de despacho está constituido por un tren de medición de producto principal (gasolinas y diésel) de 4 pulgadas de diámetro, y un tren de medición de producto secundario (alcohol carburante y biodiesel) de 2 pulgadas de diámetro. Cada isla se encuentra equipada con lo siguiente:



**Controladores de Carga.** Existen tres controladores principales o controladores de carga en cada isla de despacho, ya que a través de este equipo el operador atiende a los camiones cisterna, ingresando la cantidad de volumen requerido a cargar, este controlador es el Accuload III.Net de la marca Smit Mether. Además, recibe los parámetros de procesos medidos (temperatura y flujo), realizando un despacho a través de una válvula de control. A su vez se encarga de enviar información al controlador de aditivos para que este le suministre los aditivos conforme a lo solicitado por el cliente.



Figura 26. Controladores de carga de islas de despacho – Acculoads III.Net

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**Controladores de aditivos.** Las gasolinas (Gasohol 84, 90, 95 y 97) y los combustibles Diésel, antes de ser despachados, son mezclados en línea con los biocombustibles que son el biodiesel y alcohol carburante. Al producto de esta mezcla, se le inyecta ciertos aditivos, esto está predeterminado según lo que requiera el cliente. Esta operación es ejecutada gracias a un controlador secundario, que son:

- Fusión IV para las Islas de despacho N° 02, 04 y 07
- Minipack para las Islas de despacho N° 01, 03, 05 y 06

Estos controladores se encargan de dosificar la cantidad adecuada de aditivos según la información recibida por los controladores de Carga, siendo requerido tantos controladores de aditivos como líneas de despacho se cuenta.



Figura 27. Controlador de aditivos Fusión IV

Fuente: <https://www.carbisloadtec.com/product/honeywell-fusion4-3/>



Figura 28. válvulas de inyección, pertenecientes al controlador de aditivo

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

Las proporciones de las mezclas en línea entre los productos principales (gasolinas y diésel) y los productos secundarios (alcohol carburante y biodiesel B100), para obtener el combustible final, son los siguientes:

Tabla 3:

*Proporción de mezcla en línea para obtener combustible final*

Producto Final	Capacidad (GPM)	% Biocombustibles
Biodiesel B5	400	5% Vol.
Gasohol	400	7.8% Vol.

*Nota.* Todos los productos finales, tiene un porcentaje de biocombustible en su mezcla, la cual se hace en línea antes de ser despachado. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

**Lectora de proximidad.** Se cuenta con una lectora de proximidad como un permisivo del proceso que permitirá a su vez enviar los datos del conductor previamente indicadas al ingreso, hacia el controlador de carga Accuload III.Net. Este dispositivo evita el tiempo de tipeo en el mismo controlador, por lo que el despacho es directo y más eficiente, ayudando al operador.



Figura 29. Lectora de proximidad de islas de despacho  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**Válvula de control.** La válvula de control es un actuador, que tiene como principal función el de controlar la cantidad de flujo despachado para que el volumen ingresado por el operador en el Accuload III.Net, sea el mismo que se entrega o despache a la cisterna del camión.

**Puesta a tierra y alarma de sobrellenado.** La Puesta a tierra y alarma de sobrellenado (también denominado Scully) de la cisterna a despachar actuarán como permisos adicionales por razones de seguridad, es así que si uno de estos permisos no se cumplen el proceso no se inicia o se detiene si ya se encuentra en proceso.



*Figura 30.* Tenaza de puesta a tierra y sensor de sobrellenado en cisterna  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**Brazos de carga.** Los brazos de carga son dispositivos mecánicos que permiten la transferencia de combustibles líquidos o productos blancos, desde la isla de despacho hasta la cisterna del camión durante el proceso de descarga. Cada isla de despacho cuenta con seis brazos de carga, donde cada brazo transfiere un producto de manera independiente.



*Figura 31.* Brazos de carga de islas de despacho de combustibles  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.



*Figura 32.* Tomas de brazos de carga de islas de despacho de combustibles  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

### **Procedimiento de despacho en Islas**

El conductor es llamado a la isla de despacho, donde entrega al operador, todos los datos de su pedido según su orden de compra emitida en la oficina de facturación.

El operador luego de revisar la orden de compra firmada, procede a indicarle al conductor que coloque los dispositivos de puesta a tierra, sobrellenado (Scully) y la manguera correspondiente al sistema de recuperación de vapores. Luego de esto hace una verificación visual para cerciorarse de que las conexiones estén correctas.

El operador solicita al conductor que conecte los brazos de carga, a las tomas de entrada del compartimiento de la cisterna del camión.

El operador de la Isla ingresa la información al controlador de carga (Accuload III.Net), seguidamente presenta su tarjeta personal a la lectora de proximidad, de esta manera activa el permisivo para el arranque del despacho por gravedad.

El despacho se inicia con una apertura suave de la válvula de control cuya secuencia de apertura es entregada por el controlador de carga.

El transmisor de flujo entregará el caudal al controlador de carga lo que le permitirá determinar cuánto del total ya se ha despacho. Así el controlador una vez determine que ya está próximo el fin del despacho ira disminuyendo la apertura de la válvula poco a poco permitiendo que la entrega del producto final sea muy precisa.

En forma adicional al despacho de la línea principal de 4” Ø el controlador deberá suministrar la cantidad adecuada de alcohol carburante o biodiesel B-100 dependiendo del tipo de producto y la cantidad solicitada del mismo.

En caso de desconectarse la puesta a tierra o se activarse alarma de sobrellenado el despacho se detendrá hasta que estos permisivos puedan activarse nuevamente.

Una vez terminada la carga, el conductor deberá de desconectar el brazo de carga

(bottom loading) y la puesta a tierra y alarma de sobrellenado de la cisterna y retirarse de la isla de despacho.

Finalizada la operación en la isla de despacho, el conductor se dirigirá a la zona de precintado y verificación de carga.

### 3.1.3.2. *Registro de despachos*

En esta sección se presenta la cantidad de combustibles despachados durante los primeros meses del año 2019, por cada producto tal como se indicó en las Tablas 1 y 2. Esto se tomó como muestra para el análisis del proyecto.

Tabla 4:  
*Despacho diario de productos blancos principales en el mes de marzo de 2019*

Periodo (marzo 2019)	Productos Blancos Principales						Total (MBDC)
	Gasohol 97	Gasohol 95	Gasohol 90	Gasohol 84	Diésel B-5	Diésel B5 S-50	
1/03/2019	1.26	3.26	7.64	0.71	1.28	13.48	27.63
2/03/2019	1.21	4.07	7.71	0.75	1.12	15.26	30.10
3/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4/03/2019	0.79	2.60	6.85	0.91	1.28	15.75	28.18
5/03/2019	0.75	3.07	8.45	0.45	0.64	17.80	31.15
6/03/2019	0.61	2.64	7.56	0.69	1.13	13.07	25.69
7/03/2019	0.74	2.43	6.61	0.43	1.38	16.12	27.71
8/03/2019	1.21	3.26	7.95	0.96	2.39	14.20	29.97
9/03/2019	1.46	3.78	9.52	0.86	2.40	17.71	35.73
10/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11/03/2019	0.59	2.61	8.20	0.72	1.69	15.85	29.65
12/03/2019	0.61	2.62	6.95	0.60	1.11	15.35	27.23
13/03/2019	0.93	3.06	8.84	0.43	1.59	13.43	28.28
14/03/2019	0.95	3.05	7.74	1.17	0.00	14.28	27.18
15/03/2019	1.15	3.28	7.91	0.68	0.00	14.93	27.94
16/03/2019	1.30	3.75	8.13	0.93	0.07	15.33	29.51
17/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18/03/2019	1.17	2.58	7.40	0.46	0.00	16.58	28.20
19/03/2019	0.67	2.39	7.82	1.05	0.17	14.99	27.08
20/03/2019	0.89	2.77	7.85	0.76	0.02	13.96	26.24
21/03/2019	0.74	2.36	7.03	0.76	0.21	14.90	25.99
22/03/2019	0.88	3.62	7.77	0.77	0.00	15.56	28.59
23/03/2019	1.27	3.81	7.94	0.68	0.05	17.20	30.94
24/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25/03/2019	0.80	2.40	9.05	0.60	1.76	17.37	31.98
26/03/2019	0.59	2.29	6.43	0.75	1.82	14.30	26.19
27/03/2019	0.95	2.98	8.18	0.94	1.10	14.20	28.34
28/03/2019	0.83	2.79	8.66	0.81	1.53	16.95	31.56
29/03/2019	0.98	2.93	6.98	0.55	0.57	13.85	25.86
30/03/2019	1.24	3.77	7.90	0.90	2.18	16.55	32.53
31/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Promedio</b>	0.82	2.61	6.77	0.64	0.82	12.87	24.98

*Nota.* El despacho de productos blancos principales efectuados en el mes de marzo de 2019, asciende a un promedio diario de 24.98 MBDC (Miles de barriles por día calendario). Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)



Tabla 5:

*Despacho diario de productos blancos principales en el mes de marzo de 2019*

Periodo (marzo 2019)	Productos Blancos Secundarios			Total (MBDC)
	Solventes 1 y 3	Biodiesel B100	Alcohol Carburante	
1/03/2019	0.23	0.00	1.51	1.74
2/03/2019	0.28	0.00	1.38	1.66
3/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
4/03/2019	0.07	0.00	0.45	0.52
5/03/2019	0.14	0.00	3.35	3.49
6/03/2019	0.12	0.00	1.30	1.42
7/03/2019	0.00	0.00	2.44	2.44
8/03/2019	0.64	0.43	0.90	1.96
9/03/2019	1.09	0.00	0.90	1.99
10/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
11/03/2019	0.57	0.85	1.33	2.74
12/03/2019	1.01	0.64	1.51	3.16
13/03/2019	0.73	0.85	0.90	2.48
14/03/2019	0.42	0.64	0.00	1.06
15/03/2019	0.66	0.00	0.00	0.66
16/03/2019	0.28	0.00	5.36	5.65
17/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
18/03/2019	0.74	0.00	3.56	4.31
19/03/2019	0.38	0.00	3.02	3.40
20/03/2019	0.66	0.00	0.00	0.66
21/03/2019	1.22	0.00	0.45	1.67
22/03/2019	0.24	0.00	0.90	1.14
23/03/2019	0.28	0.00	0.64	0.92
24/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
25/03/2019	0.57	0.00	1.13	1.69
26/03/2019	0.26	0.00	1.54	1.80
27/03/2019	0.89	0.00	1.55	2.44
28/03/2019	0.25	0.00	1.34	1.59
29/03/2019	0.38	0.00	0.68	1.06
30/03/2019	0.07	0.00	0.00	0.07
31/03/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Promedio</b>	0.41	0.11	1.17	1.72

*Nota.* El despacho de productos blancos secundarios efectuados en el mes de marzo de 2019, asciende a un promedio diario de 1.72 MBDC (Miles de barriles por día calendario). Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

De la tabla 4 y 5 se concluye que la cantidad de combustible despachado en el mes de marzo asciende a un promedio diario de 26.97 MBDC (1,132,740.00 Galones).

Tabla 6:  
*Despacho promedio mensual de combustibles en el año 2019*

Periodo 2019	G-97	G-95	G-90	G-84	B-5	B5 S-50	SOLV	B100	Alcohol Carb.	Total (MB)
<b>Enero</b>	0.98	2.39	6.52	0.65	0.88	13.51	0.41	0.07	0.89	26.31
<b>Febrero</b>	0.94	2.67	6.65	0.57	0.89	13.39	0.41	0.11	1.27	26.90
<b>Marzo</b>	0.82	2.61	6.77	0.64	0.82	12.87	0.41	0.11	1.17	26.21
<b>Promedio</b>	0.91	20.61	6.77	0.64	0.86	13.26	0.41	0.11	1.11	26.47

*Nota.* El despacho mensual por cada producto en el año 2019, asciende a un promedio diario de 26.47 MBDC (Miles de barriles por día calendario). Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

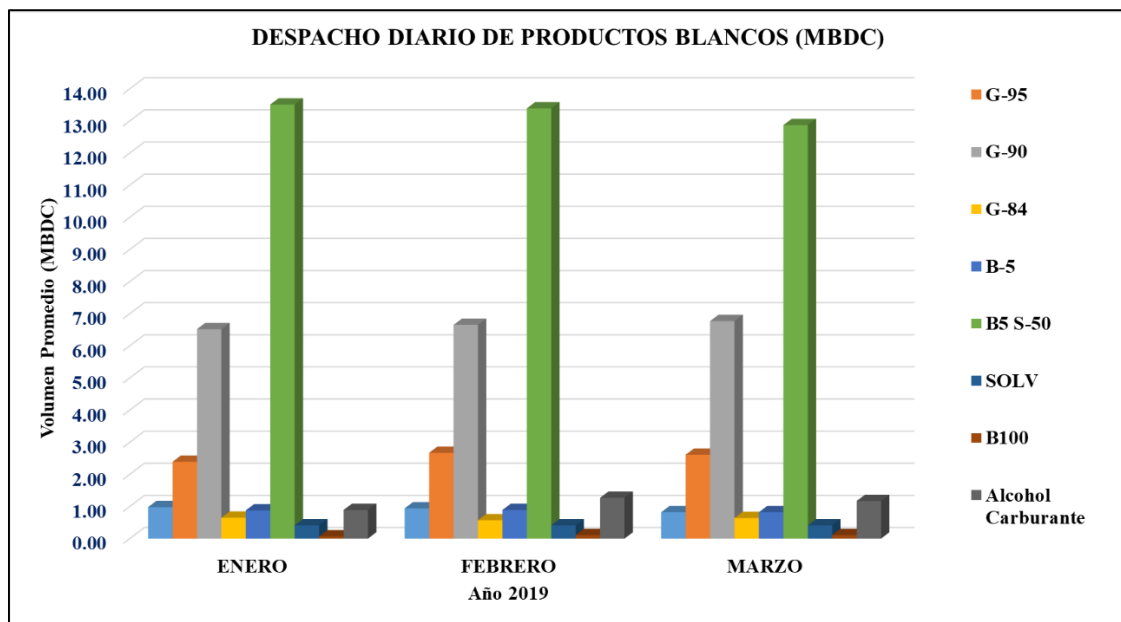


Figura 33 Grafica de despacho promedio diario de productos blancos (MBDC)

Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

De la tabla 6 y la figura 33, podemos observar que los productos más vendidos diariamente son el diésel B5 S-50 y el gasohol de 90 octanos, estos datos fueron tomados en cuenta durante el análisis de la situación del terminal.

Tabla 7:

*Cisternas atendidas en marzo 2019*

<b>Periodo</b>	<b>Cantidad Total de Cisternas Atendidas (UND)</b>
1/03/2019	234
2/03/2019	263
3/03/2019	0
4/03/2019	227
5/03/2019	276
6/03/2019	216
7/03/2019	223
8/03/2019	236
9/03/2019	282
10/03/2019	0
11/03/2019	239
12/03/2019	254
13/03/2019	229
14/03/2019	223
15/03/2019	225
16/03/2019	264
17/03/2019	0
18/03/2019	251
19/03/2019	238
20/03/2019	209
21/03/2019	211
22/03/2019	234
23/03/2019	241
24/03/2019	0
25/03/2019	247
26/03/2019	230
27/03/2019	247
28/03/2019	244
29/03/2019	219
30/03/2019	249
31/03/2019	0
<b>Promedio</b>	<b>207</b>

*Nota.* La cantidad de camiones cisternas atendidas en el mes de marzo de 2019, asciende a un promedio diario de 207 unidades. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

Tabla 8:

*Cantidad promedio de cisternas atendidas diariamente en marzo 2019*

Periodo 2019	Cantidad promedio cisternas atendidas (por día)
Enero	208
Febrero	209
Marzo	207
<b>Promedio</b>	<b>208</b>

*Nota.* La cantidad de camiones cisternas atendidas diariamente en el año 2019, asciende a un promedio de 208 unidades. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

De la tabla 7 y 8, se observó que diariamente se atienden un promedio de 208 camiones cisternas en el terminal de despacho, estos datos fueron tomados en cuenta durante el análisis de la situación de las operaciones y proceso de despacho del terminal.

Con la información de la figura 22, respecto al flujo de operación de trabajo del terminal de despacho, se presenta la tabla 9 para visualizar los tiempos de atención a los camiones cisterna en cada área.

Tabla 9:

*Tiempo de atención a camiones cisterna*

Capacidad de cisternas	Tiempo de atención por área (min)									Tiempo total (min)
	Entrada (cola de atención)	Puente de Inspección	Facturación inicial	Supervisor de turno	Balanza de Ingreso	Islas de despacho	Facturación Final	Balanza Salida	Salida	
9000 Gal	15	10	20	10	15	40	20	15	10	155
7000 Gal	15	10	20	10	15	30	20	15	10	145
4500 Gal	15	10	20	10	15	20	20	15	10	135
1000 Gal	15	10	20	10	15	10	20	15	10	125
<b>Promedio</b>	15	10	20	10	15	25	20	15	10	140

*Nota.* Los tiempos de atención a los camiones cisterna dentro del terminal de despacho, presentan una demora en algunas áreas como por ejemplo en facturación debido al proceso primitivo que se maneja para la recolección de datos. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

De la tabla 9 se puede identificar que el despacho de combustible a las cisternas, tiene un tiempo de demora promedio de unos 140 min aproximadamente por cada camión cisterna.

### **3.2. Aplicación del método Ishikawa**

Durante los últimos meses (antes del inicio del proyecto), los encargados del terminal de despacho de combustibles de refinería conchán en conjunto con la cía. Honeywell Perú S.A. y Phoenix EPC S.A.C., realizaron diversas reuniones con el fin de identificar los problemas que se evidencian diariamente en el terminal, desde varias perspectivas, tanto administrativas como técnicas. En este escenario es que se decide aplicar el diagrama de Ishikawa para identificar las causas raíz que originan las deficiencias en las operaciones del terminal de despacho, específicamente la demora en los tiempos de atención a los clientes.

Para este método se ha considerado que las operaciones de trabajo del terminal se vienen realizando de forma muy primitiva, muchas de ellas se hacen de forma manual, sin tener registros en tiempo real del proceso y mucho menos de forma remota. Desde esta perspectiva se determina que no hay una integración del sistema, equipos y procesos actuales. Con esta metodología analizamos en qué medida impacta el implementar un sistema de gestión automatizada en las operaciones del terminal, integrando sus equipos existentes y a su vez ofreciendo una mejor calidad en sus procesos de despacho.

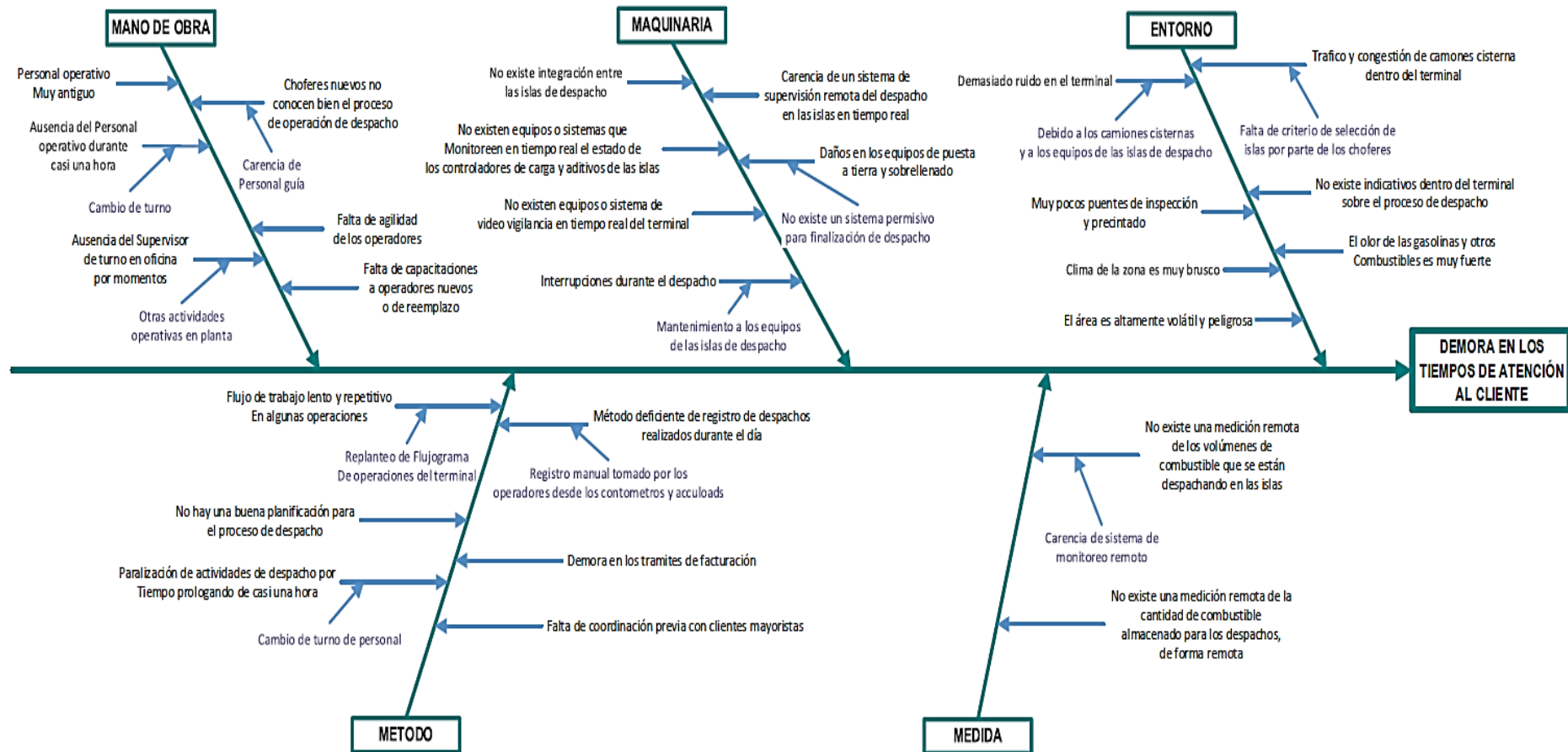


Figura 34. Diagrama de Ishikawa de la operación de despacho del terminal

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

Con el desarrollo y análisis del diagrama de Ishikawa para hallar las posibles causas que provocan la demora en los tiempos de atención a los clientes, se procedió a establecer los criterios con los cuales se evaluó cada posible causa, estas se presentan a continuación:



Figura 35. Criterios de evaluación para las posibles causas del problema

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

Una vez definido los criterios de evaluación para las causas, se procedió a establecer una escala de calificación / peso del 1 al 5 para los criterios seleccionados, estas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10:  
*Escala de Calificación para los criterios de evaluación*

Valores	Interpretación teórica
1	Muy alto
2	Alto
3	Normal
4	Bajo
5	Muy bajo

Nota. Establecer una calificación numérica a los criterios de evaluación, ayuda a entender mejor el impacto que generan las causas en el problema de la investigación. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

Seguidamente se realizó una tabla para tener un mejor control de la información, y realizar la valoración de cada criterio, y posteriormente desarrollar una gráfica de ponderación de todas las causas para identificar cuáles son las más relevantes y afectan directamente a nuestro proceso o generan nuestro problema. Este ejercicio se realizó conjuntamente con los profesionales involucrados en las operaciones del terminal de despacho, tanto el cliente como el contratista.

Para la valoración de los efectos negativos se consideran las causas y sub causas descritas en el diagrama y las tablas que se presentan a continuación, mientras que la valoración para los criterios relacionados a la implementación se consideran las posibles soluciones a las causas, los valores numéricos para la calificación de los criterios se encuentran en el rango del 1 al 5. Con estos valores se obtendrá una suma total para saber que causas son las que generan mayor impacto en nuestro problema planteado. A estas causas relevantes se les deberá dar solución con la finalidad de mejorar los tiempos de atención de despacho a los clientes dentro del terminal.



Tabla 11:  
*Valoración de criterios para causas de mano de obra*

Causas	Descripción	Posible solución	Criterios					Total
			Afecta negativamente a la operación de trabajo del terminal	Afecta negativamente a la atención del cliente	Relevancia de implementar la posible solución	Factible implementar posible solución	Inversión económica de implementaciones de bajo costo	
Mano de obra	Personal operativo muy antiguo	Renovación de personal	1	2	2	3	2	10
	Ausencia del personal operativo durante casi una hora (debido al cambio de turno)	Disminuir tiempo muerto	3	3	3	3	3	15
	Ausencia del supervisor de turno en oficina por momentos (por otras actividades operativas en planta)	Disminuir tiempo muerto	3	3	3	3	3	15
	Choferes nuevos no conocen bien el proceso de operación de despacho (carencia de personal guía)	Contratar personal guía	2	1	2	3	3	11
	Falta de agilidad en los operadores	Brindar asesorías de salud y deporte	1	2	2	2	4	11
	Falta de capacitaciones a operadores nuevos o de reemplazo	Brindar capacitaciones continuas	1	2	2	2	4	11

Nota. Se establece una valoración numérica a los criterios de evaluación, con la finalidad de obtener una ponderación total que refleje el impacto que generan estas causas. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

Tabla 12:  
*Valoración de criterios para causas de maquinaria*

Causas	Descripción	Posible solución	Criterios					Total
			Afecta negativamente a la operación de trabajo del terminal	Afecta negativamente a la atención del cliente	Relevancia de implementar la posible solución	Factible implementar posible solución	Inversión económica de implementación es de bajo costo	
Maquinaria	No existe integración entre las islas de despacho	Implementar un sistema que permita la integración de las islas	5	3	4	3	2	17
	No existen equipos o sistemas que monitoreen en tiempo real el estado de los controladores de carga y aditivos de las islas	Implementar un sistema de supervisión para los controladores de las islas	4	4	4	3	2	17
	No existen sistemas de monitoreo o equipos de video vigilancia, para visualizar el estado del terminal en tiempo real	Implementar un sistema CCTV	5	3	5	3	2	18
	Interrupciones durante el despacho (por mantenimientos a los equipos de las islas de despacho)	Mejorar la planificación del mantenimiento	3	4	3	3	3	16
	Carencia de un sistema de supervisión remota del despacho en las islas en tiempo real	Implementar un Sistema SCADA para los despachos	5	3	5	3	2	18
	Daños en los equipos de puesta a tierra y sobrelleado (no existe un sistema permisivo para finalización de despacho)	Implementar sistema de semaforización y RFID en las islas	3	4	4	3	2	16
	Carencia de un sistema de supervisión y control remoto de las operaciones del terminal de despacho	Implementar un Sistema de administración remoto que integre las operaciones del terminal de despacho	5	4	5	4	2	20

Nota. Se establece una valoración numérica a los criterios de evaluación, con la finalidad de obtener una ponderación total que refleje el impacto que generan estas causas. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

Tabla 13:  
*Criterios de valoración para causas del entorno*

Causas	Descripción	Posible solución	Criterios					Total
			Afecta negativamente a la operación de trabajo del terminal	Afecta negativamente a la atención del cliente	Relevancia de implementar la posible solución	Factible implementar posible solución	Inversión económica de implementación es de bajo costo	
	Demasiado ruido en el terminal (debido a los camiones cisterna y equipos de las islas de despacho)	Disminución del ruido	1	1	1	2	4	9
	Muy pocos puentes de inspección y precintado	Implementar más puentes de inspección y precintado	3	2	4	2	2	13
	Clima de la zona es muy brusco	Adecuar los equipos al clima de la zona	2	1	2	3		8
<b>Entorno</b>	El área es altamente volátil y peligrosa	Ejecutar en todo momento el plan de seguridad de la planta	2	1	2	4	4	13
	Trafico y congestión de camiones cisterna dentro del terminal (Falta de criterio de selección de islas por parte de los choferes)	Implementar un sistema de control de acceso y gestión de colas	5	5	4	4	4	22
	No existe indicativos dentro del terminal sobre el proceso de despacho	Implementar pantallas Led y semáforos, como indicativos dentro del terminal	4	5	4	3	2	18
	El olor de las gasolinas y otros combustibles es muy fuerte	Utilizar mascarillas adecuadas con filtro para vapores	1	1	1	4	4	11

Nota. Se establece una valoración numérica a los criterios de evaluación, con la finalidad de obtener una ponderación total que refleje el impacto que generan estas causas. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

**Tabla 14:**  
*Criterios de valoración para causas de método*

Causas	Descripción	Posible solución	Criterios					Total
			Afecta negativamente a la operación de trabajo del terminal	Afecta negativamente a la atención del cliente	Relevancia de implementar la posible solución	Factible implementar posible solución	Inversión económica de implementaciones de bajo costo	
	Flujo de trabajo lento y repetitivo en algunas operaciones	Replanteo de flujograma de operaciones del terminal	5	5	4	3	2	19
	No hay buena planificación para el proceso de despacho	Mejorar planificación del proceso de despacho	4	4	3	3	3	17
	Paralización de actividades de despacho por tiempo prolongado de casi una hora (debido al cambio de turno)	disminuir tiempo muerto	4	3	3	3	3	16
<b>Método</b>	Método deficiente de registro de despachos realizados durante el día (registro manual tomado por los operadores desde los contómetros y acculoads)	Implementar un sistema de administración remoto y gestión de inventarios	5	3	4	3	2	17
	Demora en los tramites de facturación	Implementar un sistema de gestión de las operaciones que integre el sistema SAP existente	5	3	5	3	2	18
	Falta de coordinación previa con clientes mayoristas	Mejorar la coordinación previa	2	3	2	3	4	14

Nota. Se establece una valoración numérica a los criterios de evaluación, con la finalidad de obtener una ponderación total que refleje el impacto que generan estas causas. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

Tabla 15:  
*Criterios de valoración para causas de medición*

Causas	Descripción	Posible solución	Criterios					Total
			Afecta negativamente a la operación de trabajo del terminal	Afecta negativamente a la atención del cliente	Relevancia de implementar la posible solución	Factible implementar posible solución	Inversión económica de implementación es de bajo costo	
<b>Medida</b>	No existe una medición de los volúmenes de combustible que se están despachando en las islas (carencia de sistema de monitoreo remoto)	Implementar sistema de monitoreo del proceso de despacho	4	3	4	3	2	16
	No existe una medición de la cantidad de combustible almacenado para los despachos de forma remota	Implementar sistema de gestión de inventario y stock de producto	4	3	4	3	2	16

Nota. Se establece una valoración numérica a los criterios de evaluación, con la finalidad de obtener una ponderación total que refleje el impacto que generan estas causas. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

De las tablas del 11 al 15, se puede observar que hay siete causas que muestran tener un total mayor, para la ponderación total de resultados.

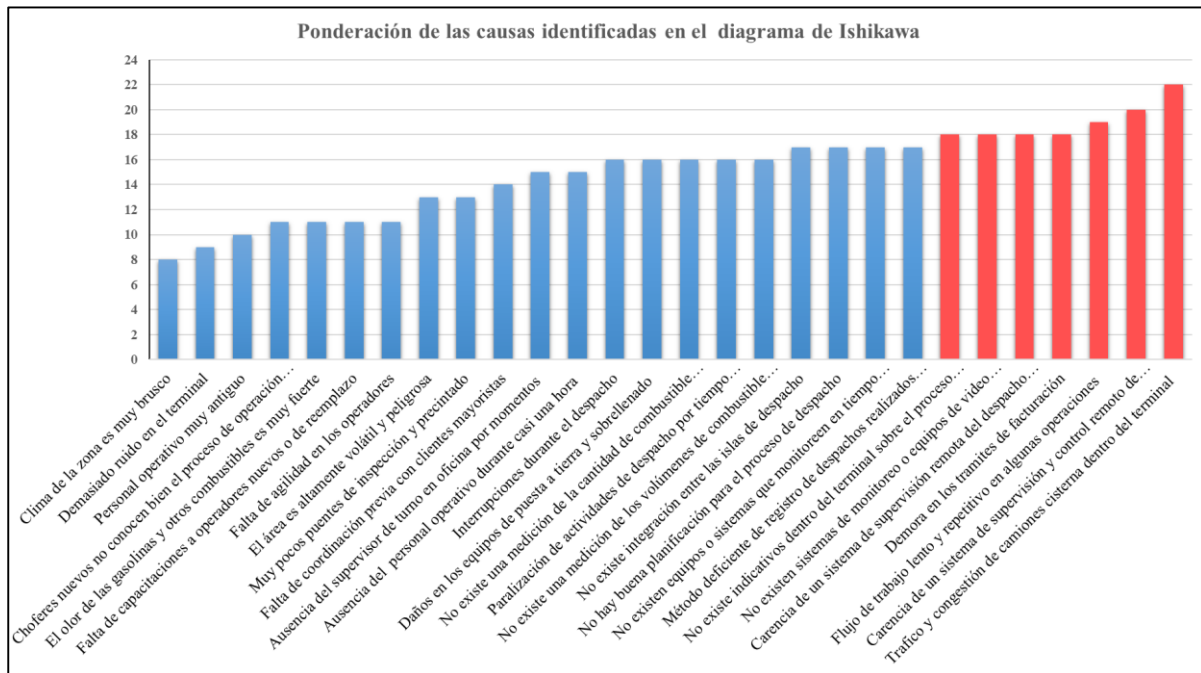


Figura 36. Gráfica de resultados del diagrama de Ishikawa

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

En la figura 34, se observa los ítems con mayor puntaje, los cuales deben ser considerados en el desarrollo de la solución al problema principal, estos son los siguientes:

- Trafico y congestión de camiones cisterna dentro del terminal; debido a la falta de criterio de selección de islas por parte de los choferes antes del ingreso a las islas de despacho.
- Carencia de un sistema de supervisión y control remoto de las operaciones del terminal de despacho; el control de las operaciones del terminal es realizado de manera presencial por personal operativo, desde la entra, durante la carga de combustible en las islas y en la salida.
- Flujo de trabajo lento y repetitivo en algunas operaciones; se ha notado en varias ocasiones dentro del terminal, que la operación de despacho se vuelve lento a pesar de que se cuenta con un personal operador en cada isla.

- Demora en los tramites de facturación; esto debido al tiempo que pasan los choferes en las colas de facturación y la toma de datos que requieren los facturadores para poder atenderlos, el que tengan que ingresar datos repetidas veces a su sistema ERP SAP, es un gran problema en esta etapa.
- Carencia de un sistema de supervisión remota del despacho en las islas en tiempo real; esto ha originado muchas veces que el personal supervisor no este enterado de la situación de las islas de despacho, más aún si se presenta alguna emergencia o incidente durante el despacho, no se tiene un sistema de alarmas que den aviso ante algún fallo, como también si se dispone de producto para poder despachar al cliente (nivel de producto en los tanques).
- No existen sistemas de monitoreo o equipos de video vigilancia para visualizar el estado del terminal en tiempo real; este ha sido un problema muy relevante a lo largo de los años de funcionamiento de este terminal de despacho, el no poder visualizar el estado de las áreas operativas, las colas de camiones cisternas a las afueras del terminal, si se genera congestión en las islas, supervisión y control de seguridad dentro y fuera del terminal, entre otras situaciones.
- No existe indicativos dentro del terminal sobre el proceso de despacho; lo que ha generado desconocimiento en los choferes de las cisternas respecto a las operaciones de despacho.

### **3.3. Desarrollo del proyecto**

Debido a los diversos problemas encontrados en las operaciones del terminal de despacho en refinería conchán, se contempló la necesidad de implementar un sistema de gestión automatizado, a fin de optimizar e integrar los diversos procesos del terminal, de esta manera mejorando la calidad del servicio, como los tiempos de atención al cliente.

Honeywell Perú S.A. y Phoenix EPC S.A.C., estuvieron a cargo de la ejecución de este proyecto de modernización basado en un “Sistema de Automatización de Terminales (TAS)” donde sus operaciones estarán controladas a través de múltiples sistemas armónicamente integrados.

#### ***3.3.1. Propuesta de implementación***

El análisis realizado por el equipo, aplicando el método de Ishikawa para hallar la causa raíz del problema, ayudo a identificar diversas causas relevantes que generan la demora en los tiempos de atención al cliente, tal como se muestra en la figura (34). Es en esta sección, se detalla la propuesta de solución al problema, aplicando tecnologías especializadas para la gestión y administración de terminales de despacho existentes en el mercado de la automatización multinivel.

El sistema de automatización y control integrado (Sistema de Gestión Automatizado) propuesto para el terminal de despacho de combustibles, utiliza una arquitectura altamente modular y escalable que permite su integración con un amplio rango de subsistemas sin que ello comprometa el diseño y funcionalidad inicial del sistema a implementar. Estos subsistemas son los siguientes:

- Sistema Terminal Manager (Manejo de Terminales)
- Sistema de Control de acceso a la planta
- Sistema de Pesaje (Balanzas Electrónicas)



- Sistema de despacho de combustibles en Islas (Acculoads, permisivos, controladores de aditivos)
- Sistema de monitoreo de televisión de proceso y vigilancia (CCTV)
- Sistema de monitoreo de nivel y alarmas de los tanques instrumentados (Entis Pro – ENRAF)
- Sistema de gestión empresarial de facturación (ERP SAP)

**Sistema principal – Terminal Manager (TM).** Según menciona Honeywell (2013) este software de servidor de la marca Honeywell, es el corazón del Sistema de Gestión automatizado o también denominado en adelante Sistema de automatización de terminal (TAS). Esta es una solución de vanguardia basada en web para facilitar, monitorear y controlar la distribución de productos líquidos a granel de un terminal. Supervisar y controla todos los procesos críticos para asegurar la operación de un terminal. Terminal manager captura en tiempo real datos sobre los combustibles cargados y en stock. Cuenta con capacidades de monitoreo en tiempo real, entradas permisivas al proceso de carga previo a que ocurra algún un incidente.



Figura 37. Entorno Terminal Manager

Fuente: <https://www.honeywellprocess.com/en-US/news-and-events/Pages/pr-11132012-honeywell-enraf-terminal-manager-software-provides-complete-control-for-bulk-terminal-operators.aspx>

Así mismo, el terminal manager se basa en tecnología estándar de Microsoft

Windows, además de ello se integra perfectamente con Honeywell Experion PKS, lo cual permite aprovechar todos los DCS y Sistemas SCADAS con gráficos potentes, alarmas, entre otros.

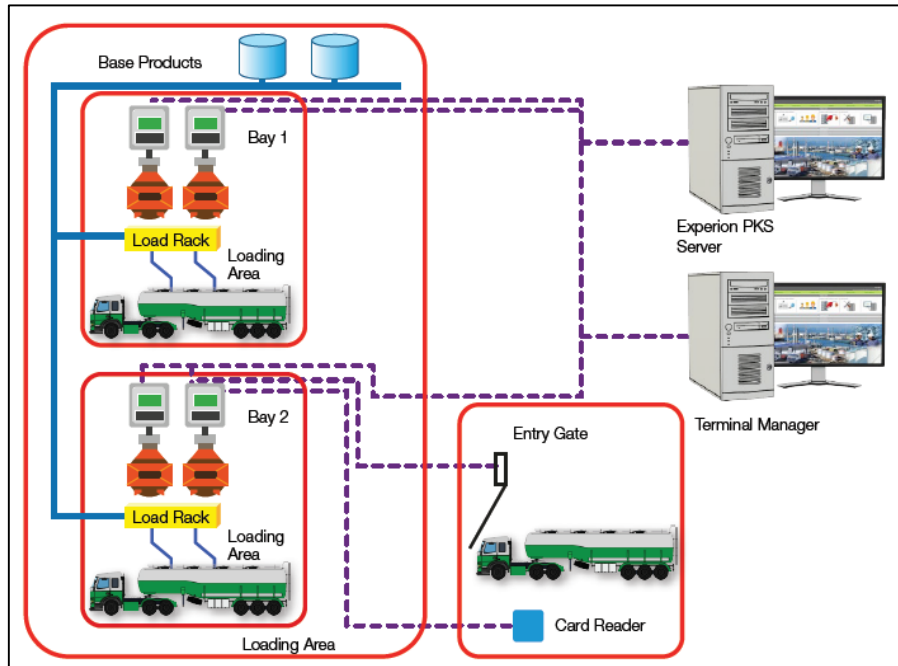


Figura 38 Monitoreo de operaciones de bahía de carga con terminal manager y experion PKS

Fuente: Honeywell international Inc. (2013), en su artículo Terminal Manager (pag.05)

Para este proyecto se utilizó el Terminal Manager R660.1 de Honeywell que es el más adecuado para la automatización del terminal y además se integra con el Experion PKS 500.2 SCADA para terminales de tamaño mediano a grande, como es el caso del terminal de refinería conchán, además que nos permite expansiones futuras. Además, tiene conexión con Sistemas de gestión empresarial de facturación (ERP SAP).

Honeywell (2013) indica que la arquitectura del sistema del Terminal Manager utiliza

el control de supervisión y la funcionalidad de adquisición de datos (SCADA) de Experion PKS, ofreciendo así una solución para el seguimiento y procesamiento de pedidos de productos (combustibles). Además, cuenta con función de alarmas y alertas de Experion, garantiza un funcionamiento más seguro y óptimo al terminal, pudiendo observar la operación del terminal en tiempo real.

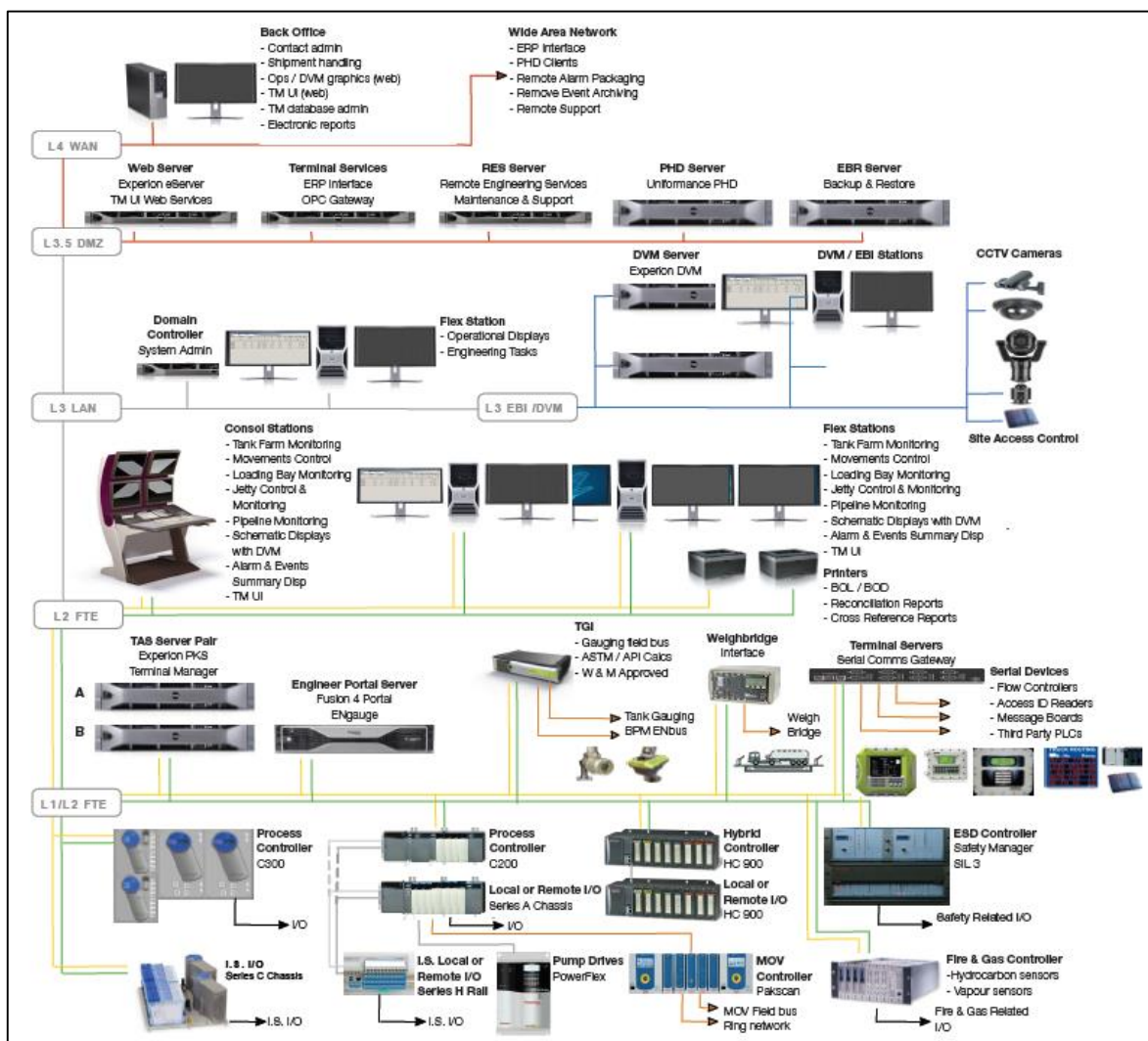


Figura 39 Diagrama de arquitectura típico del sistema de Terminal Manager

Fuente: Honeywell international Inc. (2013), en su artículo Terminal Manager (pag.05)

Terminal Manager es un sistema modular, escalable y configurable para adaptarse a los cambios en las bahías de carga, productos, medidores, vehículos, clientes, pedidos, etc. Se efectúa en todas las principales funciones de gestión de terminales, tales como:

- Gestión de inventarios
- Gestión de pedidos
- Gestión de envíos
- Puerta de control de accesos
- Portador, vehículos y administración de los controladores
- Asignación de bahías/litera
- Operaciones de carga/bahía/litera
- Gestión de stock de productos
- Generación de informes
- Función de acceso remoto y funcionalidad

Por ende, el servidor de gestión de terminales (terminal manager) es el corazón del sistema de automatización del terminal de despacho de combustibles de refinería conchán.

### ***3.3.2. Nueva operación de trabajo***

**Filosofía de operación con sistema TAS.** Para el desarrollo de este proyecto se planteó la integración del sistema de despacho mediante la automatización y monitoreo del mismo de forma remota, el cual permita generar reportes de estado de las diferentes estaciones de despacho en tiempo real, sumado a la búsqueda de la supresión de la mayoría de los errores humanos garantizando que cada entrega o venta se haga con la debida autorización y que cumpla con todos los requisitos exigidos por la empresa.

Además, se considera el registro de cada detalle de la operación. Así mismo proveer los mecanismos de consulta y ofrecer gran variedad de reportes sobre información corriente o

histórica, sin límite en el tiempo, adicional al envío de datos al sistema ERP- SAP de  
PETROPERÚ.

Toda la operación de carga inicia desde que el Facturador coloca las ordenes desde el sistema SAP en base a las solicitudes de los clientes mayoristas. Esta información de la orden será enviada a Terminal Manager vía SAP a través del servicio web provisto por el Terminal Manager, posteriormente creará el envío correspondiente a la información de pedido recibida de SAP.

El flujo de trabajo de carga de camiones de la Terminal se trata principalmente del proceso de envío. Antes del proceso de envío, el operador debe inspeccionar el camión manualmente en el área de Inspección.

El envío se compone de cliente, vehículo, conductor, etc. Todos los datos maestros necesarios pueden ser sincronizados por SAP al Terminal Manager con el servicio web proporcionado por el Terminal Manager.

**Diagrama de flujo con sistema TAS.** Para poder plasmar todas las actividades del terminal de forma ordenada, se hace uso de un diagrama de flujo ya que es más sencillo poder entender cómo se va a desarrollar las nuevas operaciones de despacho bajo el sistema de gestión automatizado propuesto para la implementación.

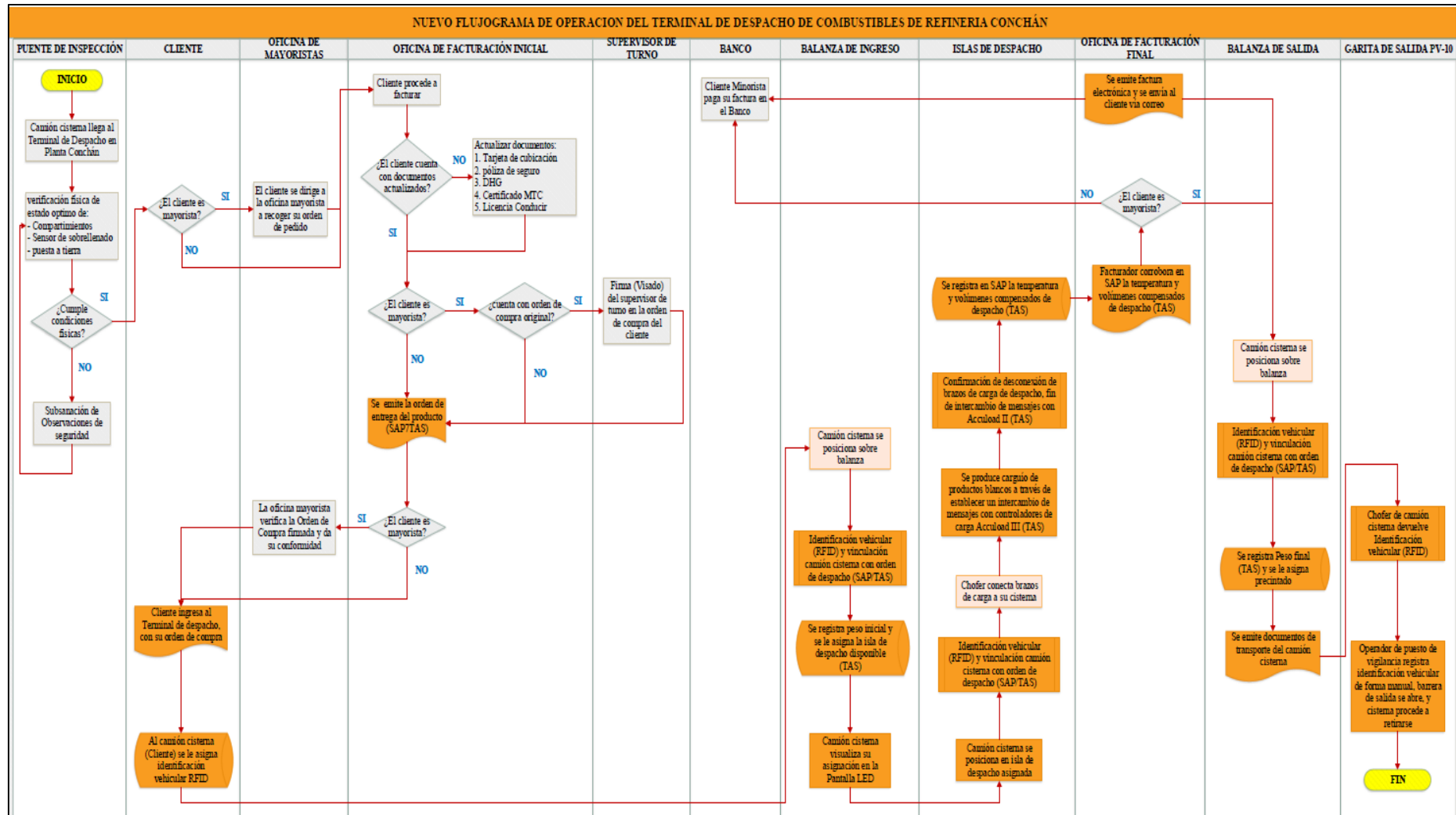


Figura 40. Diagrama de flujo de la nueva operación de trabajo del terminal de despacho de combustibles de refinería conchán

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

## Descripción de flujo de trabajo con sistema TAS

***Inspección manual en entrada de terminal.*** Al llegar el Camión a la Terminal, el operador a la entrada de la Terminal deberá validar el vehículo manualmente. Esta validación sería una inspección visual que asegura que los compartimientos del camión estén vacíos, limpios y puestos a tierra, el sobrellenado no debería ser un problema. Luego de una inspección y validación manual exitosa, el camión sería dirigido a la Sala de Ventas. Esto está fuera del alcance de Terminal Manager y no será administrado por TM.

***Planificación de envíos y colas.*** Una vez que esos camiones pasaron la inspección, el conductor deberá dirigirse a las ventanas de facturación para obtener la facturación realizada. El operador de la Sala de Ventas deberá crear el envío en el sistema SAP.

La información del envío que se trasladará a Terminal Manager a través del servicio web provisto por Terminal Manager.

Luego, el operador de la sala de ventas debe verificar y autorizar el envío en Terminal Manager UI. Una vez que la información del envío haya sido autorizada por el operador, el estado del envío debe cambiarse a "CHECKED\_IN".

A continuación, el operador debe asignar la tarjeta RFID al camión a través de TM.

Después de que el envío se haya autorizado con éxito, el envío se pondrá automáticamente en cola en el Terminal Manager (TM), una vez que el operador terminó la cola podrá imprimir el FAN (Informe de envío) a través de TM, y el conductor obtendrá el FAN y la tarjeta RFID del operador.

Después de recibir la tarjeta RFID, el conductor debe colocar la tarjeta en la ranura fijada al exterior del camión. La pantalla del sistema de colas de camiones se ubica en el área de estacionamiento y mostrará la información de la cola del camión con la bahía asignada. El conductor esperará en el Área de estacionamiento hasta que se muestre el código del camión

en la pantalla del sistema de colas. Una vez que el código del camión aparece en una de las bahías en la pantalla de cola, el conductor se moverá a la puerta de entrada.

***Entrada de camiones al terminal (puerta de entrada).*** Una vez que el camión llega a la puerta de entrada donde se ubicó un lector de RFID, este se detectará a través del lector de RFID, y Terminal Manager confirmará la validez del camión. En función de la validez, Terminal Manager ordenará encender el semáforo verde y también abrir la barrera para permitir que el camión llegue al área de pesaje. En caso de una falla de Validación, el semáforo permanecerá rojo.

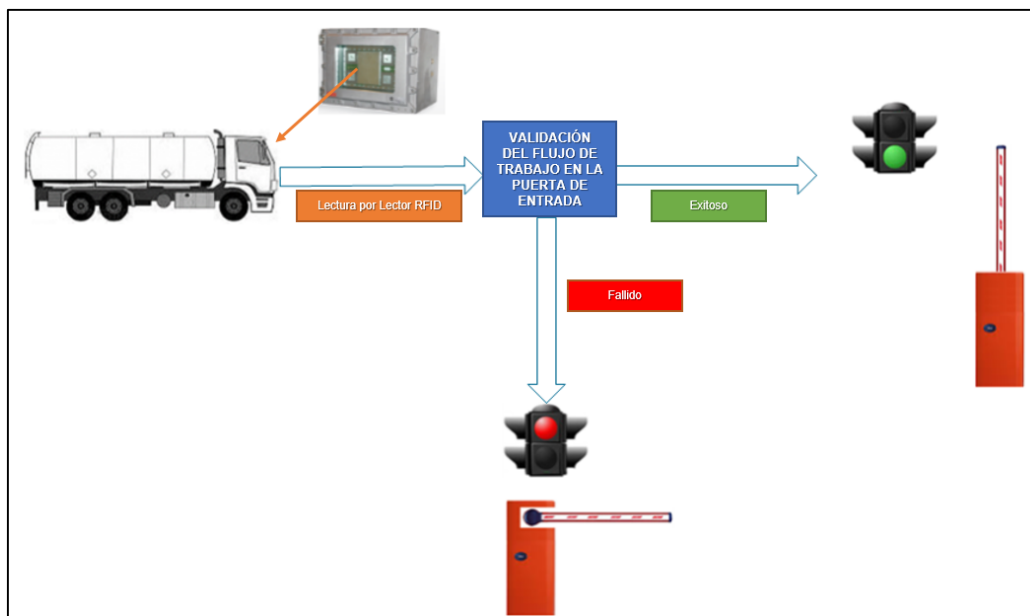


Figura 41. Validación de ingreso del camión al terminal

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

Validaciones incluidas:

- Validez del camión
- Validez del conductor asociado con el envío (opcional)
- Validez de la compañía transportista del conductor / vehículo



Si se cumple la lista anterior de validaciones, el semáforo cambiará a color verde y la barrera se abrirá para permitir que el camión ingrese a la terminal. El conductor puede conducir el camión directamente a la balanza inicial en el área. Si la validación falla, el semáforo seguirá mostrando color rojo y no se abrirá la barrera, y el conductor deberá ponerse en contacto con el operador.

***Pesaje de Entrada.*** Cuando el camión pasa la puerta de entrada, el semáforo en la puerta de entrada debe volverse rojo. Y el conductor conducirá el camión directamente a la báscula y se estacionará sobre esta. El conductor debe permanecer dentro del camión durante el proceso.

En la plataforma de pesaje, el camión se identifica automáticamente por los lectores RFID montados en el área y TM validará el valor de peso una vez que la báscula de pesaje esté estable. TM verificará el peso del camión, si está dentro del rango. Los semáforos se iluminarán en verde cuando la validación sea exitosa y la pantalla LED en el área del puente de pesaje mostrará la información del peso, también indicará el área de carga asignada.

***Proceso de carga del camión en Isla de Despacho.*** Después que el pesaje es terminado, el conductor debe conducir el camión a la bahía asignada siguiendo las instrucciones de la pantalla LED y estacionarse adecuadamente según las pautas en la Terminal. Después del estacionamiento, el conductor debe conectar la tierra y los conectores de sobrellenado al camión.

La autorización se realiza a través de la tarjeta RFID de camión detectada por el lector de RFID ubicado en la Isla de despacho. Si la validación de la tarjeta RFID tiene éxito, el BCU mostrará los detalles del envío. El conductor tendrá que verificarlos. El conductor puede aceptar o rechazar el envío en un determinado período de tiempo configurable. Si el conductor confirma el envío, el brazo, el compartimiento y el detalle de cantidades, el Terminal Manager permitirá cargar con solo presionar el botón START en la BCU.

Cuando se completa la carga, el flujo de trabajo de BCU se detendrá automáticamente

y completará el proceso de carga. El conductor debe asegurarse de que el brazo esté nuevamente en la posición de estacionamiento después de completar la carga. Los camiones cargados deben pasar al área de sellado para permitir que el próximo camión se mueva a la bahía.

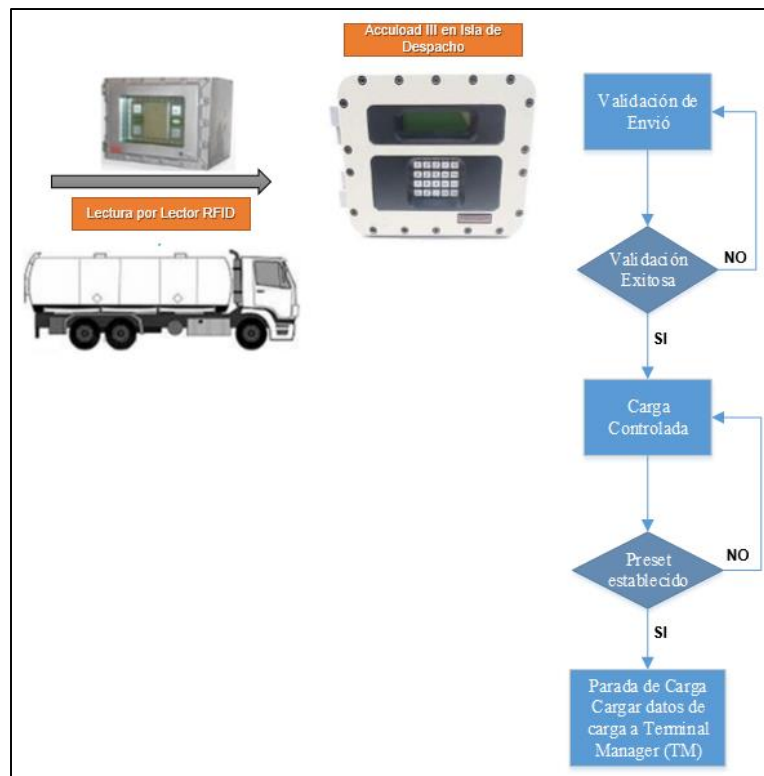


Figura 42. Proceso de carga al camión cisterna en islas de despacho

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**Precintado.** El proceso de Precintado de camiones es manual. Una vez que se completa la carga en las islas de despacho, el camión cisterna se dirige al puente de inspección y precintado donde el operador sella con precintos la tapa de las válvulas de carga perteneciente a los compartimentos del camión cisterna y a través de la PC (Estación de operación y registro para el TAS) ubicada dentro de su caseta, el operador ingresa los números de los precintos antes de ser emitidos al conductor. Esta pantalla facilitará la entrada automática de los números del precinto sobre la entrada del primer número y la cantidad de precintos configurados para el vehículo. Toda esta información llega al terminal manager.

**Pesaje de Salida.** Después del precintado, el conductor moverá el camión hacia la balanza de pesaje de salida para obtener el obtener peso bruto.

El camión será identificado automáticamente con el lector de RFID montado en el área y el Terminal Manager validará el valor de peso una vez que la balanza esté estable. Los semáforos se iluminarían de verde con la validación exitosa y TM registrará el peso medido del camión. El conductor debe permanecer dentro del camión durante el proceso.

Después que el pesaje de salida es completado, el conductor moverá el camión a la puerta de salida.

**Puerta de Salida.** Cuando el camión llega a la puerta de salida, el conductor debe entregar la tarjeta RFID después de que el lector haya detectado la tarjeta RFID en la puerta de salida. TM validará la información de envío, una vez que se haya validado, el envío aparecerá en la pantalla / UI de la puerta de salida de Terminal Manager. Una vez que el operador recibió la etiqueta RFID, el operador confirmará manualmente el envío para cerrar la transacción a través de la pantalla / UI de la puerta de salida del Terminal Manager. Una vez que se ha confirmado el envío, automáticamente se imprimirá el BOL y el Terminal Manager ordenará que se abra la barrera. Mientras tanto, los detalles de carga se sincronizarán con SAP.

El conductor deberá recoger el BOL (documento de reporte final) antes de salir de la puerta de salida.

### 3.3.3. *Planificación para implementación del sistema*

En función de las causas identificadas y la propuesta de implementación del sistema, la planificación del proyecto se basará en las siguientes etapas, descritas en la tabla presentada a continuación:

Tabla 16:  
*Etapas de planificación para la implementación del sistema*

<b>Implementación de sistema de gestión automatizado para terminal de despacho de combustibles de refinería conchán</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Actividades</b>
<b>Etapa 1</b>	
1	Servicios Preliminares
1.1	Gestión documentaria del Proyecto
1.2	Revisión de Ingeniería Básica
1.3	Desarrollo de Ingeniería de detalle
2	Gestión de Recursos
<b>Etapa 2</b>	
3	Servicio ejecución de trabajos - Especialidad Eléctrica
4	Servicio ejecución de trabajos - Especialidad Instrumentación
5	Configuración y programación de equipos y sistema TAS
6	Comisionamiento Sistema TAS
7	Pruebas Sistema TAS y subsistemas
8	Puesta en Marcha del sistema TAS
<b>Etapa 3</b>	
9	Capacitación a personal
10	Cierre del proyecto

Nota. Se establecieron actividades como parte de la planificación para el desarrollo e implementación del sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

En relación a lo presentado en la tabla 16, se puede observar en el anexo N°01 el cronograma de actividades detallado, como parte de la planificación de implementación del sistema propuesto, aplicando el diagrama de Gantt.

### 3.3.4. *Implementación física del sistema*

En esta sección se detallará la implementación física realizada por la empresa Phoenix EPC S.A.C. bajo el mando de la Cía. Honeywell Perú S.A.C., de los sistemas que se integraran al sistema principal Terminal Manager, el cual administrara todas las operaciones del terminal de despacho de combustibles, tanto operativas como administrativas, estos subsistemas son:

- Sistema de Control de acceso a la planta
- Sistema de Pesaje (Balanzas Electrónicas)
- Sistema de despacho de combustibles en Islas (Acculoads, permisivos, controladores de aditivos)
- Sistema de monitoreo de televisión de proceso y vigilancia (CCTV)
- Sistema de monitoreo de nivel y alarmas de los tanques instrumentados (Entis Pro – ENRAF)
- Sistema de gestión empresarial de facturación (ERP SAP)

Con la implementación de estos subsistemas y su integración al sistema terminal manager, se cumpliría con los objetivos planteados al inicio del proyecto, ya que tendríamos una supervisión y control de las operaciones del terminal remotamente. A su vez evitaríamos la congestión y tráfico de camiones cisternas dentro del terminal durante sus operaciones, Lo cual era una de las causas principales que generaban la demora en tiempos de atención al cliente, ya que no existía un criterio de selección de islas de despacho por parte de los choferes de los camiones cisterna al momento de ingresar al terminal.

Previamente se presentará la arquitectura del sistema de gestión automatizada o también denominado sistema TAS (sistema de automatización del terminal), donde se observa la integración de los subsistemas que forma parte de la operación del terminal.

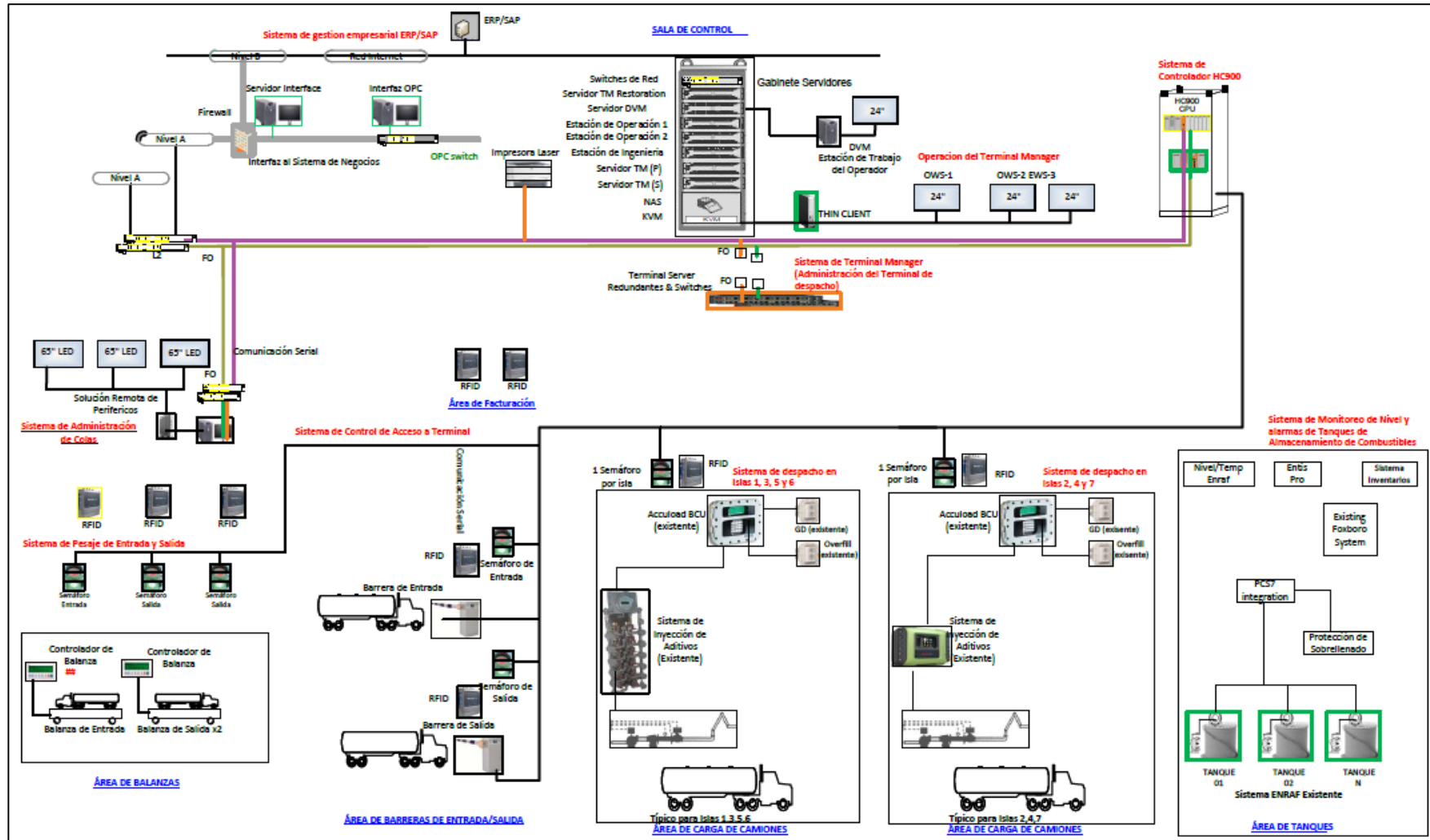


Figura 43. Arquitectura del sistema de gestión automatizado del terminal de despacho

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

A continuación, se presenta el montaje de los equipos e instrumentos en campo, necesarios para el desarrollo del sistema de gestión automatizado. Estos elementos transmitirán la información en tiempo real a la sala de control de lo que sucede durante las operaciones de despacho, sin necesidad de que uno o más operadores estén pendientes de cada proceso.

Se tomará como referencia el layout de vista general del terminal de despacho de combustibles de refinería Conchán, presentado en la figura 21, con la finalidad de mostrar la ubicación de los equipos en planta.

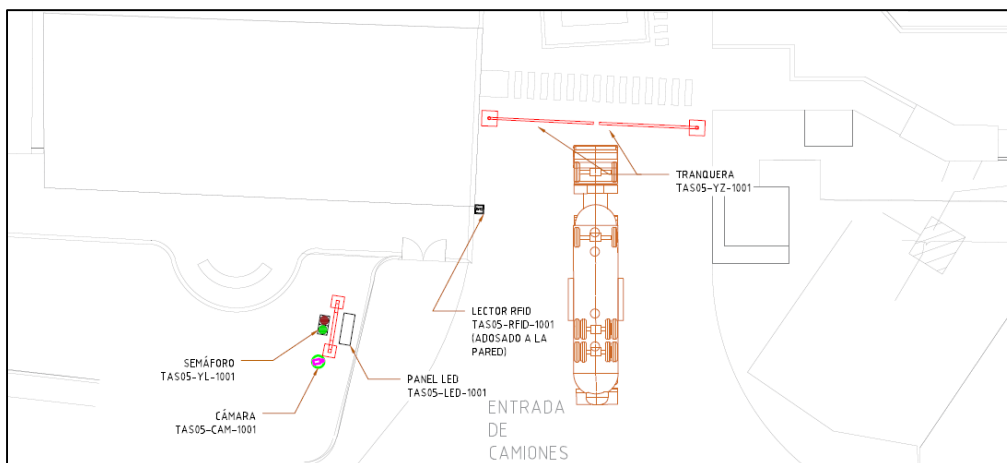


Figura 44. Montaje de equipos en entrada del terminal

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.



Figura 45. Entrada de camiones cisterna al terminal

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.



Figura 46. Equipos para el sistema de control de acceso y CCTV en entrada de terminal  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

En la figura 44 y 45, se puede observar el montaje de equipos que son parte del sistema de control de acceso al terminal, como la barrera vehicular o tranquera, lector RFID, semáforos y pantalla LED. Además, se observa una cámara PTZ, que forma parte del sistema CCTV, que es controlado y monitoreado, desde la sala de control del terminal.

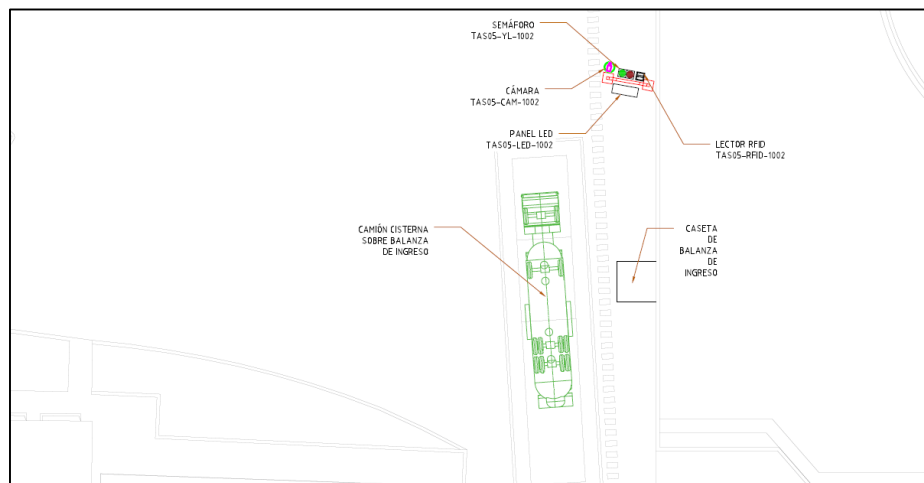


Figura 47. Montaje de equipos en balanza de ingreso  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.





Figura 48. Equipos para el sistema de control de acceso y CCTV en balanza de ingreso

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

En la figura 47, se puede observar el montaje de equipos como el lector RFID, semáforos y pantalla LED. Además, se observa una cámara PTZ, que forma parte del sistema CCTV. En esta pantalla LED el conductor podrá visualizar que isla de despacho es la que se le ha asignado, luego de haber registrado el pesaje de su camión cisterna.

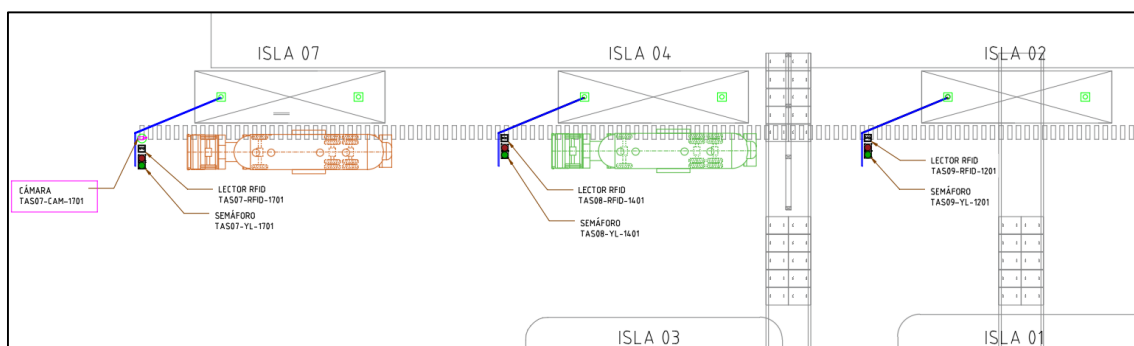


Figura 49. Equipos lector RFID, semáforos y cámara PTZ montados en Islas 2, 4 y 7

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

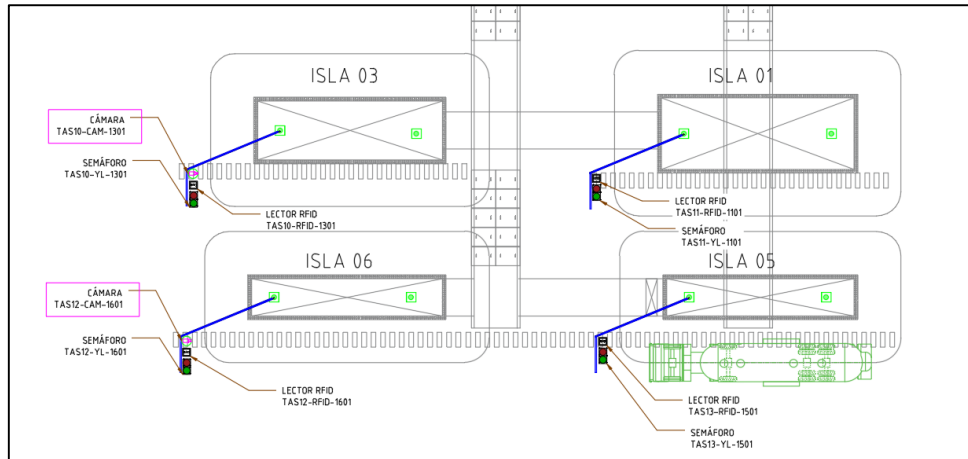


Figura 50. Equipos lector RFID, semáforos y cámara PTZ montados en Islas 1, 3, 5 y 6

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.



Figura 51. Montaje de lector RFID y semáforos en Isla de Despacho

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

En la figura 50, se observa el montaje de una lectora RFID y semaforos, donde este lector funciona como permisivo, para poder inciar el despacho, siempre y cuando se haya detectado la tarjeta RFID que esta ubicado en la ventana delantera del camion cisterna y este sea validado por el sistema, es ahi donde el BCU mostrara los detaller de la carga. Luego de

esto el conductor procede a confirmar la carga y puede iniciar el despacho, pero antes de ello debera conectar los brazos de carga a las entradas de los compartimentos de la cisterna.



*Figura 52.* Montaje de sensores capacitivos en toma de brazos de carga  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

Se instalaron sensores capacitivos en los soportes donde descansan las tomas de los brazos de carga, con la finalidad de que estos detecten la presencia de los brazos de carga, si esto pasa significa que no se está generando despacho y no hay conexión en los compartimentos de la cisterna, caso contrario significaría que están conectados a los compartimentos de la cisterna y podrían estar despachando o estar listo para el despacho, esto actúa como un segundo permisivo antes de generar el despacho de combustible a la cisterna. Estos sensores se instalaron en todas las islas de despacho, un total de 42 sensores capacitivos, esta operación se puede visualizar desde la sala de control.

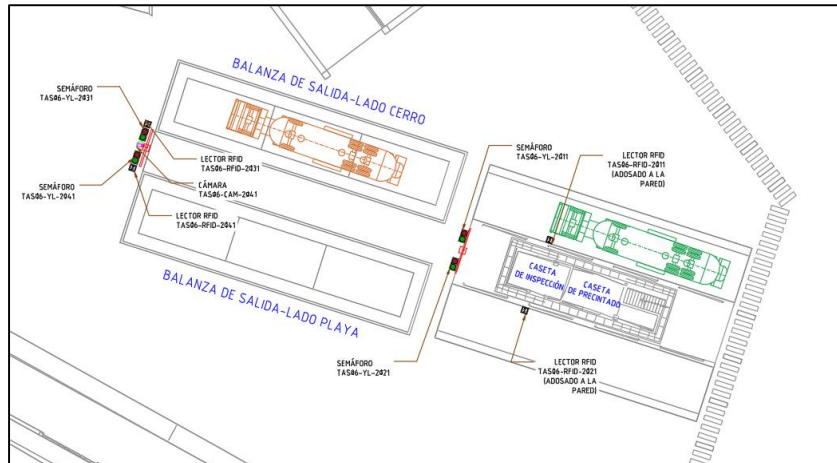


Figura 53. Lector RFID y semáforos en caseta de precintado y balanzas de salida

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.



Figura 54. Montaje de lector RFID y semáforos en balanzas de salida

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

En la figura 52 se muestra la instalación de lectores RFID y semáforos, estos equipos detectaran las tarjeta RFID y enviaran la orden para tomar el peso final de los camiones cisterna, el terminal manager registra el peso medido de la cisterna y el semáforo se ilumina en verde, indicando que el camion puede pasar a la puerta de salida, mientras los detalles de carga tomados se cargaran y sincronizaran con el sistema ERP SAP, para la emision del ticket final con el detalle del producto despachado.

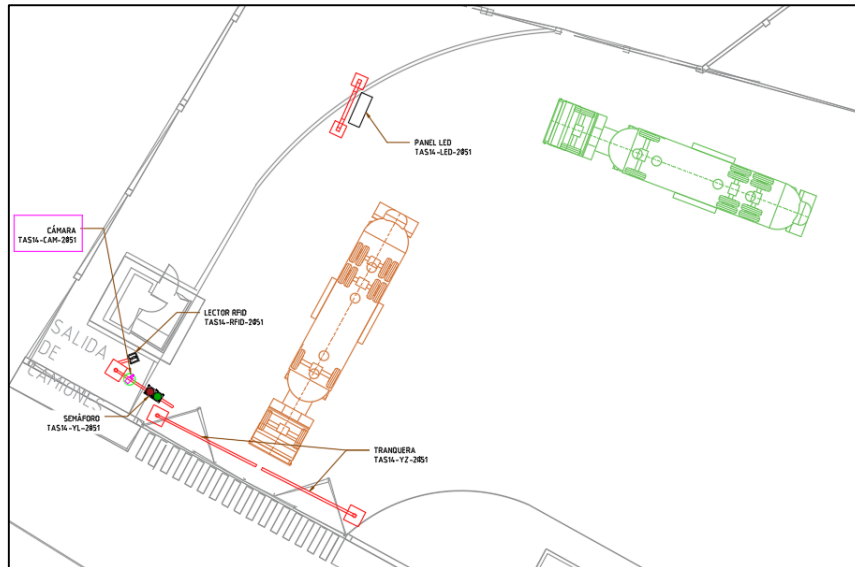


Figura 55. Montaje de equipos en puerta de salida

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.



Figura 56. Montaje de Lector RFID, semáforos y cámara PTZ en puerta de salida

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

Se realizó el montaje de lector RFID, semáforos y cámara PTZ en la puerta de salida, donde el conductor al llegar deberá entregar la tarjeta RFID, luego que haya sido detectado por el lector RFID que se muestra en la figura 54 y 55, estas señales se envían a la terminal manager y son validadas, y ordena que las barreras se abran para que el camión finalmente pase a retirarse. Todo esto sucede mientras los detalles de carga se sincronizan con el sistema ERP SAP. Para realizar el montaje de todos estos equipos se utilizó una plataforma elevadora (Manlift) y Andamios de dos y tres cuerpos.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

A través de la experiencia profesional obtenida durante la implementación del sistema de gestión automatizado en el terminal de despacho de combustibles de refinería Conchán, en conjunto con los profesionales involucrados en la ejecución del proyecto, y con los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería mecatrónica, se obtuvieron los siguientes resultados:

Se ejecutaron todas las actividades planificadas para la Implementación del sistema de Gestión automatizado para el terminal de despacho de combustibles, en la siguiente tabla se puede visualizar el seguimiento y detalle del estado de estas actividades planteadas que fueron presentadas en la tabla 16 y anexo nº01.

Tabla 17:

*Seguimiento de actividades para la implementación del sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho de combustibles*

SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES PARA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AUTOMATIZADO														
Ítem	Actividades	Meses - 2019										Estado	Avance	
		Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Set.	Oct.	Nov.			
<b>ETAPA 1</b>														
1	Servicios Preliminares												Terminado	100%
1.1	Gestión documentaria del Proyecto												Terminado	100%
1.2	Revisión de Ingeniería Básica												Terminado	100%
1.3	Desarrollo de Ingeniería de detalle												Terminado	100%
2	Gestión de Recursos												Terminado	100%
<b>Total</b>													<b>100%</b>	
<b>ETAPA 2</b>														
3	Servicio ejecución de trabajos - Especialidad Eléctrica												Terminado	100%
4	Servicio ejecución de trabajos - Especialidad Instrumentación												Terminado	100%
5	Configuración y programación de equipos y sistema TAS												Terminado	100%
6	Comisionamiento Sistema TAS												Terminado	100%
7	Pruebas Sistema TAS y subsistemas												Terminado	100%
8	Puesta en Marcha del sistema TAS												Terminado	100%
<b>Total</b>													<b>100%</b>	
<b>ETAPA 3</b>														
9	Capacitación a personal												Terminado	100%
10	Cierre del proyecto												Terminado	100%
<b>Total</b>													<b>100%</b>	

Nota. Se cumplieron con todas las actividades planificadas para el desarrollo e implementación del sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2019)

Se ha realizado un análisis y descripción de la situación actual del terminal de

despacho de combustibles, durante los primeros meses del año 2019, específicamente sobre las operaciones de trabajo en cada etapa, para lograr el despacho de productos a los camiones cisterna, obteniendo así un diagnóstico de que dichas operaciones generaban una demora en los tiempos de atención a los clientes, tal como se detalla en la siguiente figura:

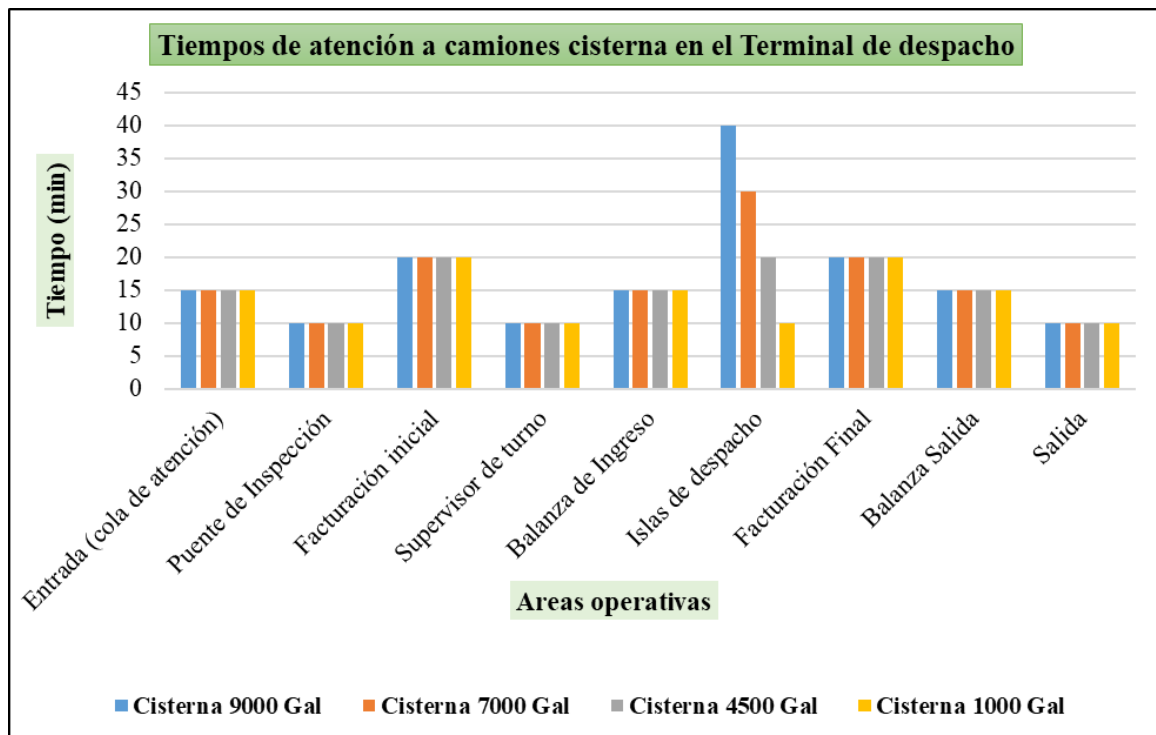


Figura 57. Tiempos de atención a cisternas por cada área

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

De la figura 57, se observa que las áreas de facturación, área de pesaje de cisternas (balanzas) y en la entrada al terminal, son las áreas donde más tiempo se genera la demora de atención, debido a su operación de trabajo. Por otro lado, el tiempo que demora la carga de combustible a las cisternas en las islas de despacho, es relativo a la capacidad de almacenamiento de producto propio de los camiones cisternas, por ende, este tiempo siempre se mantendrá constante.

Para determinar las principales causas que generan las demoras en los tiempos de atención a los clientes, se utilizó la herramienta del diagrama de Ishikawa y mediante la ponderación de las causas encontradas (ver grafica 36), se obtuvo que las siguientes causas son las más relevantes y deben ser tomadas en cuenta para la implementación del sistema de gestión automatizado:

- Trafico y congestión de camiones cisterna dentro del terminal
- Carencia de un sistema de supervisión y control remoto de las operaciones del terminal de despacho.
- Flujo de trabajo lento y repetitivo en algunas operaciones.
- Demora en los tramites de facturación.
- Carencia de un sistema de supervisión remota del despacho en las islas en tiempo real.
- No existen sistemas de monitoreo o equipos de video vigilancia, para visualizar el estado del terminal en tiempo real.
- No existe indicativos dentro del terminal sobre el proceso de despacho.

Según estas causas encontradas con el diagrama de Ishikawa, se ha considerado un sistema de gestión automatizado que pueda dar solución a estas causas, aplicando la tecnología de “gestión de terminales” de la marca Honeywell denominado Terminal Manager, el cual permitió integrar subsistemas como:

- Sistema de Control de acceso
- Sistema de Pesaje (Balanzas Electrónicas)
- Sistema de despacho de combustibles en Islas (Acculoads, permisivos, controladores de aditivos)
- Sistema de monitoreo de televisión de proceso y vigilancia (CCTV)



- Sistema de monitoreo de nivel y alarmas de los tanques instrumentados (Entis Pro – ENRAF)
- Sistema de gestión empresarial de facturación (ERP SAP)

Con esta integración e implementación del sistema mencionado, se obtuvo la supervisión y control de todas las operaciones de despacho del terminal, de forma remota desde la nueva sala de control, el cual es operado actualmente por personal de planta conformado por ex operadores de islas de despacho y jefe de operaciones.



*Figura 58.* Supervisión de operación de despacho en islas desde sala de control

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

Desde la sala de control se puede administrar, mediante dos estaciones de operación y una estación de ingeniería, el sistema de despacho integrado con el sistema de facturación ERP-SAP con las operaciones de despacho (conformado por 21 Acculoads operando de forma simultánea). A su vez controlar el acceso de camiones cisterna a las instalaciones del terminal, monitorear en tiempo real la atención a las cisternas en el proceso de carga de productos en las islas de despacho, todo vigilando mediante el sistema de cámaras de CCTV.

También permite supervisar el nivel de tanques instrumentados y la operatividad de las bombas de transferencia de productos blancos y aditivos hacia las islas de despacho, así mismo obtener los datos del pesaje inicial y final de los camiones cisterna.

Automatizar la transferencia de datos operativos del terminal hacia el sistema de despacho y facturación, ha permitido reducir en un 99.9% las fallas por transferencia de información manual, que era lo que se hacía antes de la implementación del sistema, como por ejemplo en las temperaturas de despacho. Ahora se puede generar reportes operativos y gerenciales de toda la operación del terminal de despacho de combustibles.

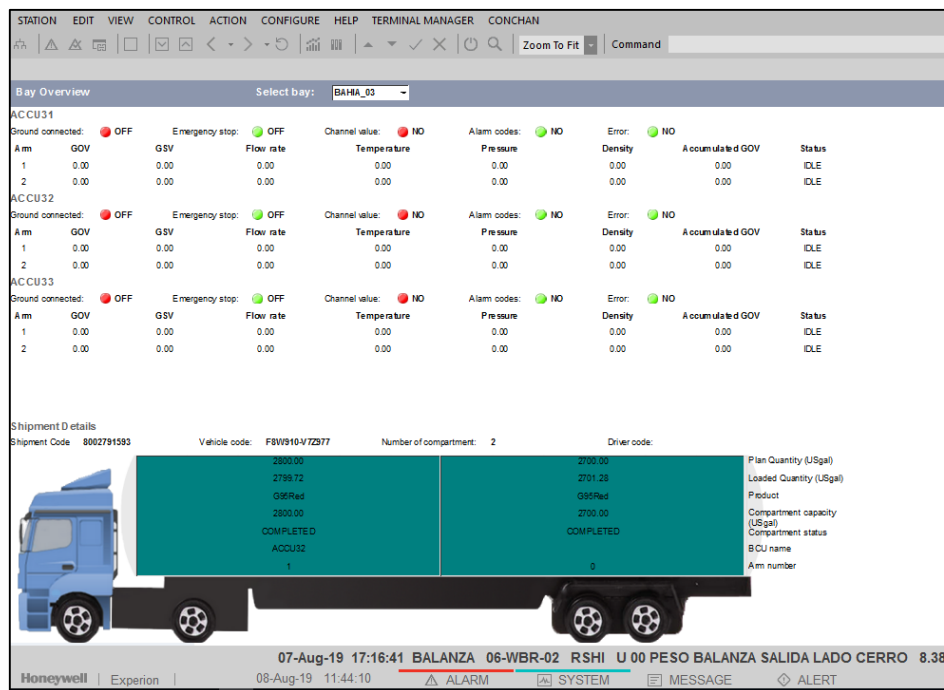


Figura 59. Supervisión de pesaje de camión cisterna desde sistema terminal manager

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

La implementación del sistema de automatización para la gestión de las operaciones del terminal de despacho de combustibles, elimina por completo el tráfico y congestión de los camiones cisternas dentro del terminal, debido a que ahora el sistema solo permite que haya diez unidades en su interior. El uso de lectores RFID, sistema de semaforización, pantallas Led como indicativos y permisivos en las islas de despacho, integrados al sistema principal terminal manager, genera que la operación de despacho se vuelva más fluida y ordenada, tal

como se detalló en el punto 3.3.2 (nueva operación de trabajo) del presente informe. Los choferes ya no necesitan tener algún criterio personal para ubicarse en alguna isla de despacho de su preferencia, ya que existen indicativos de la secuencia de la operación desde el ingreso al terminal.

Además, reduce la intervención de personal operativos en la atención a los camiones cisternas durante el despacho en las islas, lo cual significa un ahorro en costes de recursos humanos para la empresa.

Uno de los resultados más relevantes de la implementación del ya mencionado sistema automatizado, es la mejora en los tiempos de atención al cliente, durante las operaciones de despacho dentro del terminal. Esto se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 18:  
*Tiempos de atención a cisternas en cada área bajo el sistema de gestión automatizado en operación*

Capacidad de cisternas	Tiempo de atención por área (min) con Sistema de Gestión Automatizado en operación									Tiempo total (min)
	Entrada (cola de atención)	Puente de Inspección	Facturación inicial	Supervisor de turno	Balanza de Ingreso	Islas de despacho	Facturación Final	Balanza Salida	Salida	
9000 Gal	5	5	8	3	5	40	5	5	4	80
7000 Gal	5	5	8	3	5	30	5	5	4	70
4500 Gal	5	5	8	3	5	20	5	5	4	60
1000 Gal	5	5	8	3	5	10	5	5	4	50
<b>promedio</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>65</b>

Nota. Los tiempos de atención a los camiones cisterna dentro del terminal de despacho, presentan una mejora después de la implementación del sistema de gestión automatizado, estos datos fueron tomados en los meses de diciembre de 2019, enero y febrero de 2020. Fuente: Phoenix EPC S.A.C. (2020)

De la tabla 18, se puede decir que con la implementación del sistema de gestión automatizado se obtiene un tiempo promedio de atención de 65 min para cada camión cisterna, lo que significa una reducción del 54.6% del tiempo, a comparación de los datos presentados inicialmente en la tabla 9 y figura 57. Estos datos fueron recopilados en los meses de diciembre de 2019, enero y febrero de 2020, de donde se extrajo el tiempo promedio para ser mostrado en la tabla 18.

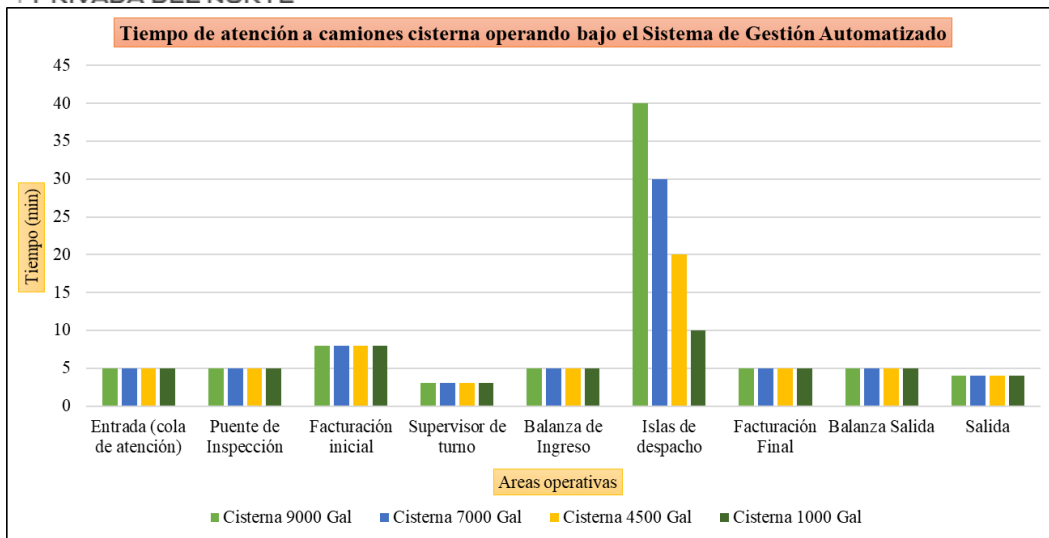


Figura 60. Tiempos de atención a cisternas en cada área bajo el sistema de gestión automatizado en operación  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

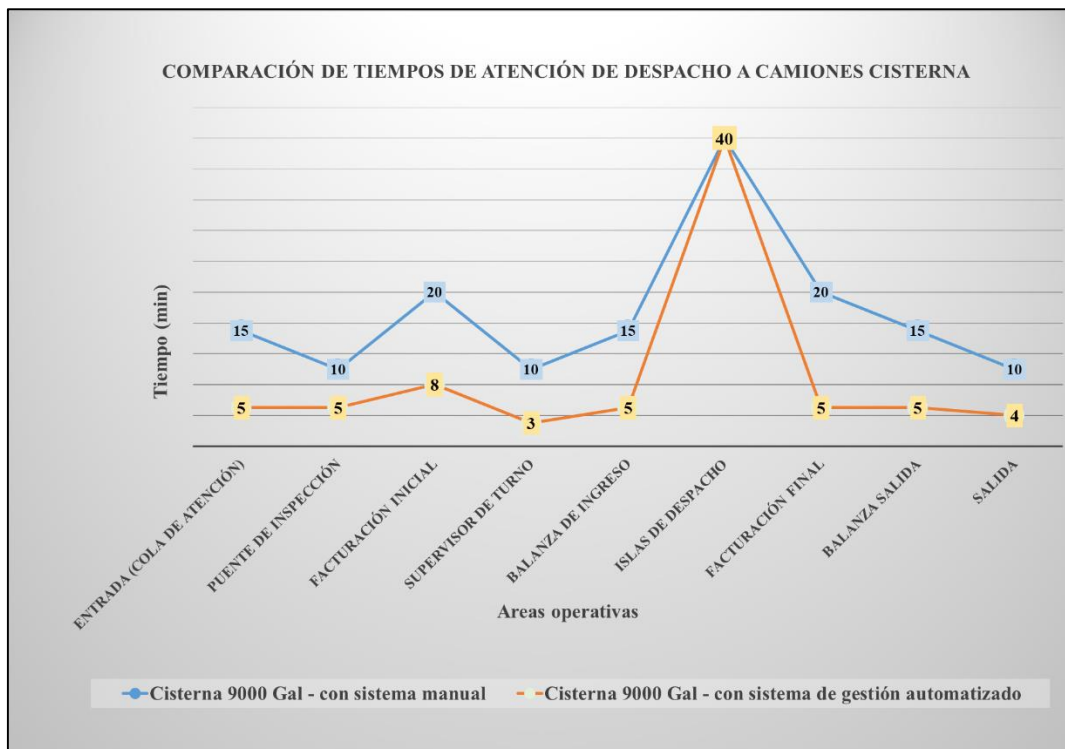


Figura 61. comparación de tiempos de atención de despacho a camiones cisterna  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

En la figura 61, se puede observar la reducción de tiempo de atención de despacho a los camiones cisterna, con la implementación del sistema de gestión automatizado. Se tomaron datos de la tabla 9 y 18, para realizar dicha comparación gráfica.

## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

Se concluye que, para lograr la implementación de un sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho de refinería Conchán, previamente se debe planificar las actividades a desollar durante su ejecución, esto permite tener un control de cada etapa durante la implementación, sin afectar los tiempos programados, logrando así una entera satisfacción con el cliente. En este caso se debió tomar en cuenta los sistemas existentes en el terminal, para lograr una integración de todas ellas, con la capacidad de intercambiar información a nivel de control secuencial y de supervisión, garantizando un nivel de disponibilidad y control óptimo que perfeccione la operación actual de trabajo con proyecciones de expansión.

Se concluye que, conocer y analizar previamente la operación de trabajo del terminal de despacho, contribuyó a la identificación de las principales causas que generaban las demoras en los tiempos de atención al cliente, este resultado permitió el enfoque y las bases para implementar un sistema de gestión automatizado acorde a las necesidades de las operaciones del terminal. En este caso se aplicó una tecnología de “gestión de terminales” existente en el mercado de la automatización industrial multinivel, de la marca Honeywell denominado “Terminal Manager” el cual garantiza un sistema de fácil integración y expansión de manera segura con los sistemas y equipos existentes. Antes de la implementación del sistema, la empresa tardaba en atender un camión cisterna en un tiempo promedio de 140 min por cada uno aproximadamente, con la información encontrada durante el análisis se determinó que las causas eran de índole operativa y administrativa. Luego de la implementación del sistema se redujo este tiempo en un 54.6%, lo cual es equivalente a 65 min de atención por cada camión cisterna, según la tabla 18.

Se concluye que la implementación de un sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho de combustibles líquidos en refinería conchán, impacto directamente en la operación y flujo de trabajo, permitiendo la supervisión y control, de forma remota y en tiempo real de todas las operaciones de despacho en cada etapa. A su vez mejoro la productividad, con transacciones automatizadas mediante la recopilación y almacenamiento de toda la información del estado y actividad del terminal de despacho, reduciendo en un 99.9% las fallas por transferencia de información manual. La integración del sistema de facturación ERP-SAP, el sistema de despacho en las islas, supervisión de nivel de tanques instrumentados, supervisión de operación de bombas de productos y aditivos, supervisión de pesaje inicial y final, sistema de video vigilancia mediante cámaras de CCTV y un sistema de gestión de colas y accesos, fueron esenciales para obtener una adecuada supervisión y control de toda las operaciones ejecutadas dentro del terminal para lograr un despacho de combustibles eficiente y preciso, todo esto operado y supervisado desde una sala de control.

Se concluye, que la eliminación del tráfico y congestión de los camiones cisterna dentro del terminal de despacho, se debe a la implementación del sistema automatizado para la gestión de operaciones en todas sus etapas, contando con el uso de lectores RFID, sistema de semaforización, pantallas Led como indicativos y permisivos en las islas de despacho, donde estos equipos son primordiales para su integración al sistema principal terminal manager. Esto ha generado un flujo de trabajo más ordenado desde el ingreso de las cisternas al terminal hasta su salida, donde solo es permitido contar con diez cisternas como máximo en todo el terminal. La integración del sistema de control de acceso y gestión de colas, fueron de mayor influencia para lograr este objetivo.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa Petroperú S.A. realizar un correcto seguimiento a las operaciones del terminal de despacho de combustibles en refinería conchán, para que posteriormente pueda implementar un sistema de gestión automatizado similar al de este proyecto, en todos sus terminales de despacho a nivel nacional.

Se recomienda a las empresas relacionadas al rubro de venta y comercialización de combustibles líquidos, realizar un estudio previo de sus operaciones de despacho o transferencia de productos a camiones cisternas, para identificar si la tecnología que utilizan es compatible para una futura integración con sistemas existentes en el mercado de la automatización multinivel, especializados en gestión de terminales, con la finalidad de abaratar costos de inversión.

Se recomienda a la empresa Petroperú S.A, contemplar el reemplazo de sus bombas de transferencia por unas de mayor capacidad y a su vez implementar más tanques de almacenamiento de combustibles de su terminal de despacho de refinería conchán, con la finalidad de no generar demoras en los tiempos de despacho en las islas, siempre y cuando se tengan todas las islas en atención y estos camiones cisternas tengan una capacidad de almacenamiento muy grande, como por ejemplo de 9000 galones respectivamente.

Se recomienda aplicar una metodología que permita obtener la opinión de los clientes, respecto a su satisfacción actual en el año 2020, con la atención brindada en el terminal de despacho de combustibles de refinería conchán posterior a la implementación del sistema de gestión automatizado, a fin de obtener cuanto impacto social se ha generado en ellos y si seguirían siendo potenciales clientes de este terminal.

## Referencias

- Abarca, J. K. (2014). Implementación de sistemas automatizados incluyendo RFID y GPS para la gestión de inventario en terminales de almacenamiento en RANSA. (*Tesis de Titulación*). Universidad San Martín de Porres, Lima.
- Blas, P. E. (2019). Diseño automatizado de una estación de combustible JP-1 para aeronaves en la selva peruana. (*Tesis de Titulación*). Universidad Tecnológica del Perú, Lima.
- De Saeger, A. (2016). *El diagrama de Ishikawa*. Zaragoza, España: Editorial Titivillus.
- Emerson. (2017). La guía del ingeniero para la medición de tanques. *Emerson Process – Rosemount*, 3. Obtenido de <https://www.emerson.com/documents/automation/gu%EDa-la-gu%EDa-de-inicio-r%E1pido-del-ingeniero-para-la-medici%F3n-de-tanques-rosemount-es-es-4261176.pdf>
- Fundación YPF. (2011). Programa de Fortalecimiento de Escuelas Técnicas. En F. YPF, *Refinación del petróleo parte I*. (págs. 7 - 12). Buenos Aires, Argentina: Fundación YPF. Obtenido de [https://fundacionypf.org/publicaciones/Educacion/EDUCACION\\_FET\\_Actualizacion\\_Tecnologica\\_3.pdf](https://fundacionypf.org/publicaciones/Educacion/EDUCACION_FET_Actualizacion_Tecnologica_3.pdf)
- García, E. (2011). *Automatización de procesos industriales*. Distrito Federal, México: Alfaomega.
- Gomez, S. (2012). *Metodología de la Investigación*. Estado de México: RED TERCER MILENIO S.C. Obtenido de [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf)
- Honeywell International Inc. (2015). Integrated Terminal Management Solution Meets Critical Inventory Control and Safety Requirements – Case study. *Honeywell The*





<https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/case-studies/CaseStudy-Triton-TerminalSolutions.pdf>

Honeywell International Inc. (2013). Terminal Manager - Managing your Operations.

*Honeywell Enraf*, 6. Obtenido de

[https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/notes/pn-12-07-eng\\_terminal-manager.pdf](https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/notes/pn-12-07-eng_terminal-manager.pdf)

Huamán , R. F. (2017). Teoría de colas en la atención de combustible Diesel B-5 y

satisfacción del cliente, Empresa Terminales del Perú, Chimbote 2016. (*Tesis de Titulación*). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo.

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*.

Montevideo, Uruguay: INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS.

Obtenido de <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>

Lopez, M. T. (2013). Propuesta de diseño de sistema de control y monitoreo automatizado

para SKID de medición de transferencia custodia para el proceso de despacho a camiones cisternas de GLP en la empresa VOPAK PERU SA. (*Tesis de Titulación*).

Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.

Mandado, E., Marcos, J., & Fernandez , C. (201). *Autómatas programables y sistemas de*

*automatización*. Distrito Federal, México: México D.F. : Alfaomega. Obtenido de [http://biblioteca.unach.edu.ec/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=1451](http://biblioteca.unach.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=1451)

Ministerio de energía y minas. (2006). *Manual de sustentación del código nacional de*

*electricidad utilización 2006. Normas técnicas de electricidad*,. Lima: Ministerio de energía y minas. Obtenido de

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/normatividad/ManualCN>

EUtilizacion.pdf

Novillo, H., Parra, E., Ramon, D., & López, M. (2017). *Gestión de la calidad: un enfoque práctico*. Machala, Ecuador: Grupo Compas.

Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería (Osinermin). (2019). *Demanda de combustibles líquidos (MBDP) total del país. Reporte mensual de la División de Supervisión Regional - Supervisión de Comercialización de Hidrocarburos Líquidos*.

Lima: Osinermin. Obtenido de

<https://www.osinermin.gob.pe/empresas/hidrocarburos/Paginas/SCOP->

[DOCS/scop\\_docs.htm](https://www.osinermin.gob.pe/empresas/hidrocarburos/Paginas/SCOP-DOCS/scop_docs.htm)

Osinermin. (2015). *La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país*. Lima: Osinermin. Obtenido de

[https://www.gob.pe/institucion/osinermin/informes-publicaciones/1291403-la-](https://www.gob.pe/institucion/osinermin/informes-publicaciones/1291403-la-industria-de-los-hidrocarburos-liquidos-en-el-peru-20-anos-de-aporte-al-desarrollo-del-pais)

[industria-de-los-hidrocarburos-liquidos-en-el-peru-20-anos-de-aporte-al-desarrollo-del-pais](https://www.gob.pe/institucion/osinermin/informes-publicaciones/1291403-la-industria-de-los-hidrocarburos-liquidos-en-el-peru-20-anos-de-aporte-al-desarrollo-del-pais)

Osinermin. (2017). *Guía de Supervisión – Áreas clasificadas como peligrosas en grifos, estaciones de servicio y gasocentro de GLP. Guía Técnica*. Lima: Osinermin.

Obtenido de

[https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/hidrocarburos/Publicaciones/Areas-clasificadas-peligrosas-glp.pdf](https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/hidrocarburos/Publicaciones/Areas-clasificadas-peligrosas-glp.pdf)

[Areas-clasificadas-peligrosas-glp.pdf](https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/hidrocarburos/Publicaciones/Areas-clasificadas-peligrosas-glp.pdf)

Petróleos del Perú – PETROPERÚ S.A. (2019). Ficha de datos de seguridad. *PETROPERÚ*

S.A., 2. Obtenido de [https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/fds-](https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/fds-g97.pdf)

[g97.pdf](https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/fds-g97.pdf)

Petroleos del Perú - Petroperú S.A. (2020). *Museo del Petroleo*. Obtenido de

<https://www.petroperu.com.pe/museo/comercializacion-de-combustibles/>

Ponsa, P., & Vilanova, R. (2005). *Automatización de procesos mediante la guía GEMMA*.

Lima: Ediciones UPC.

Quipe, R. A. (2019). Diseño del sistema Scada para el área de recepción, almacenamiento y distribución de hidrocarburos líquidos en la planta Petroperú-Cusco. (*Tesis de Titulación*). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco.

Quispe, N. U., & Aguilar, A. E. (2019). Diseño de un tanque de almacenamiento de petróleo de 10 000 galones según norma API 650 y su análisis empleando un programa CAD/CAE. (p. (*Tesis de Titulación*)). Universidad Tecnológica del Perú, Lima.

Robles, C. B. (2019). Optimización del despacho de mercancías en un terminal portuario multipropósito para mejorar su nivel de servicio y productividad. (*Tesis de Titulación*). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima.

Sanchis, R., Romero, J. A., & Ariño, C. V. (2010). *Automatización industrial*. (1 ed.).

España: Publicaciones de la Universidad Jaume I. . Obtenido de

[https://www.academia.edu/39128729/Automatizaci%C3%B3n\\_industrial](https://www.academia.edu/39128729/Automatizaci%C3%B3n_industrial)

Soler, E. Y. (2018). Diseño de un sistema de medición para la mejora del proceso de despacho hacia camiones cisterna de gasolina de 90 octanos y diésel para la Empresa Terminales del Perú SA. (*Tesis de Titulación*). Universidad Ricardo Palma, Lima.

## ANEXOS

## ANEXO n°. 1. Planificación de actividades para la implementación del sistema de gestión automatizado

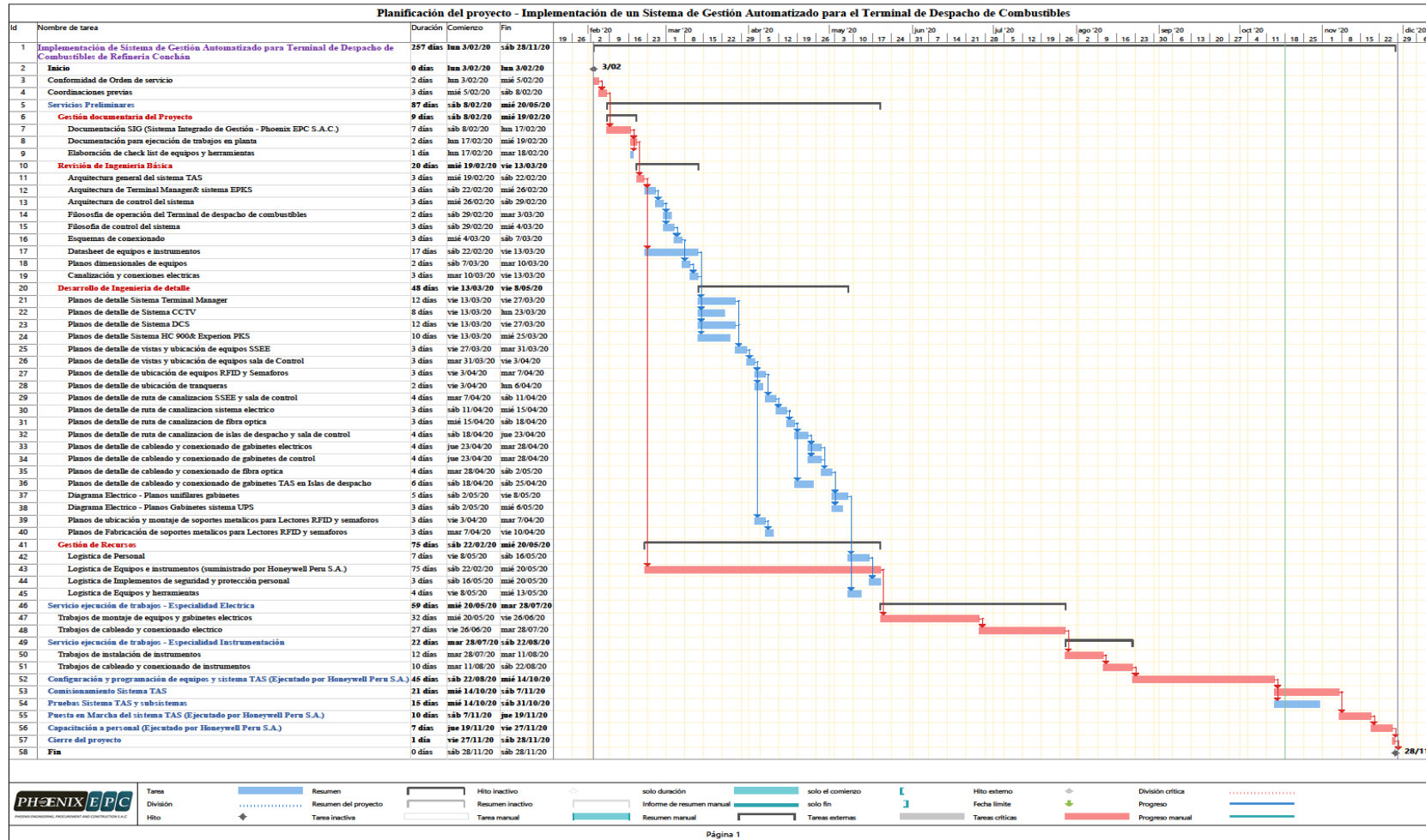


Figura 62. Diagrama de Gantt – cronograma de actividades para la implementación del sistema de gestión automatizado para el terminal de despacho

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

## ANEXO n°. 2. Equipos implementados en el sistema para el control y supervisión de la balanza de ingreso

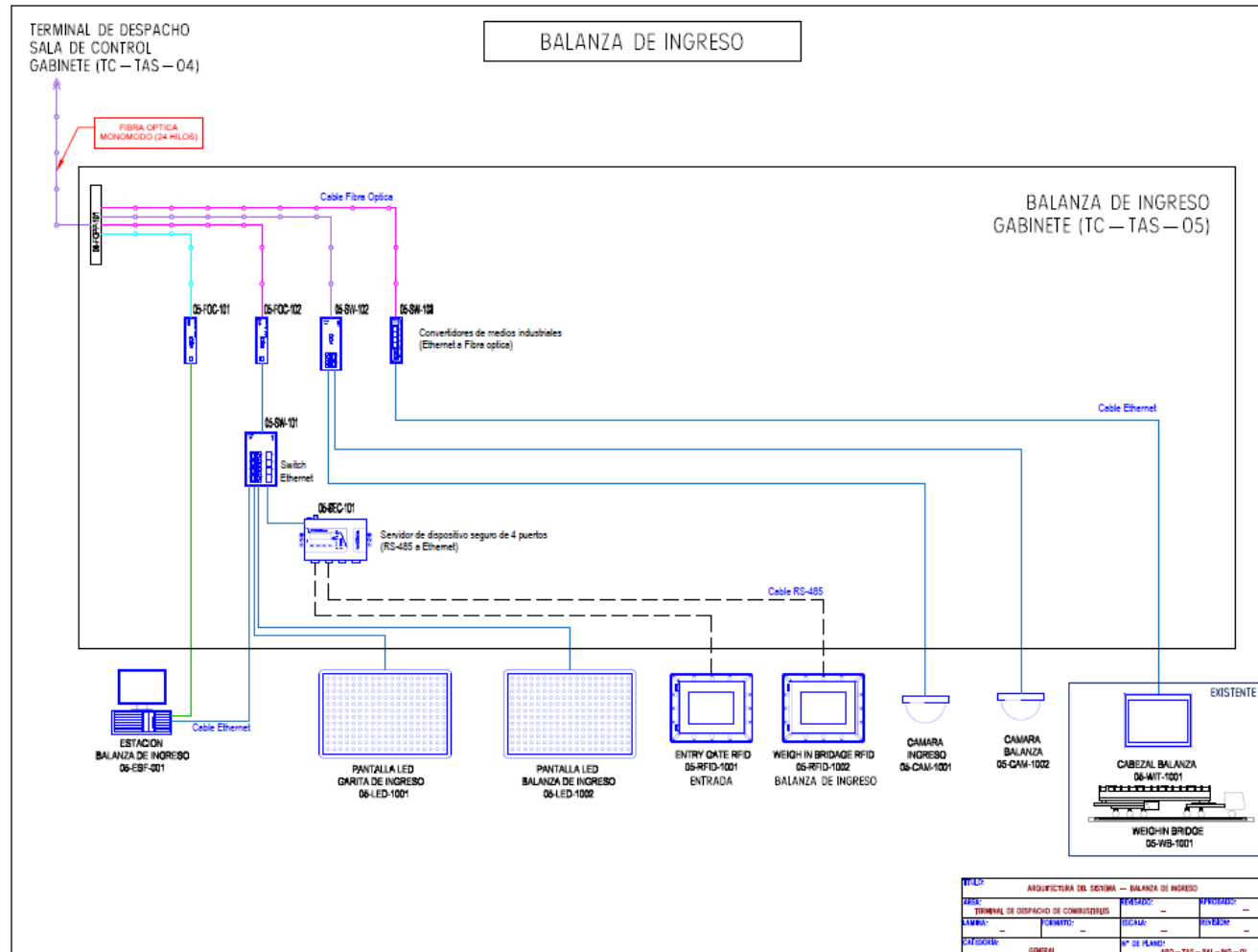


Figura 63. Arquitectura del sistema en balanza de ingreso

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**ANEXO n.º 3. Equipos implementados en el sistema para el control y supervisión de las islas de despacho – parte 1**

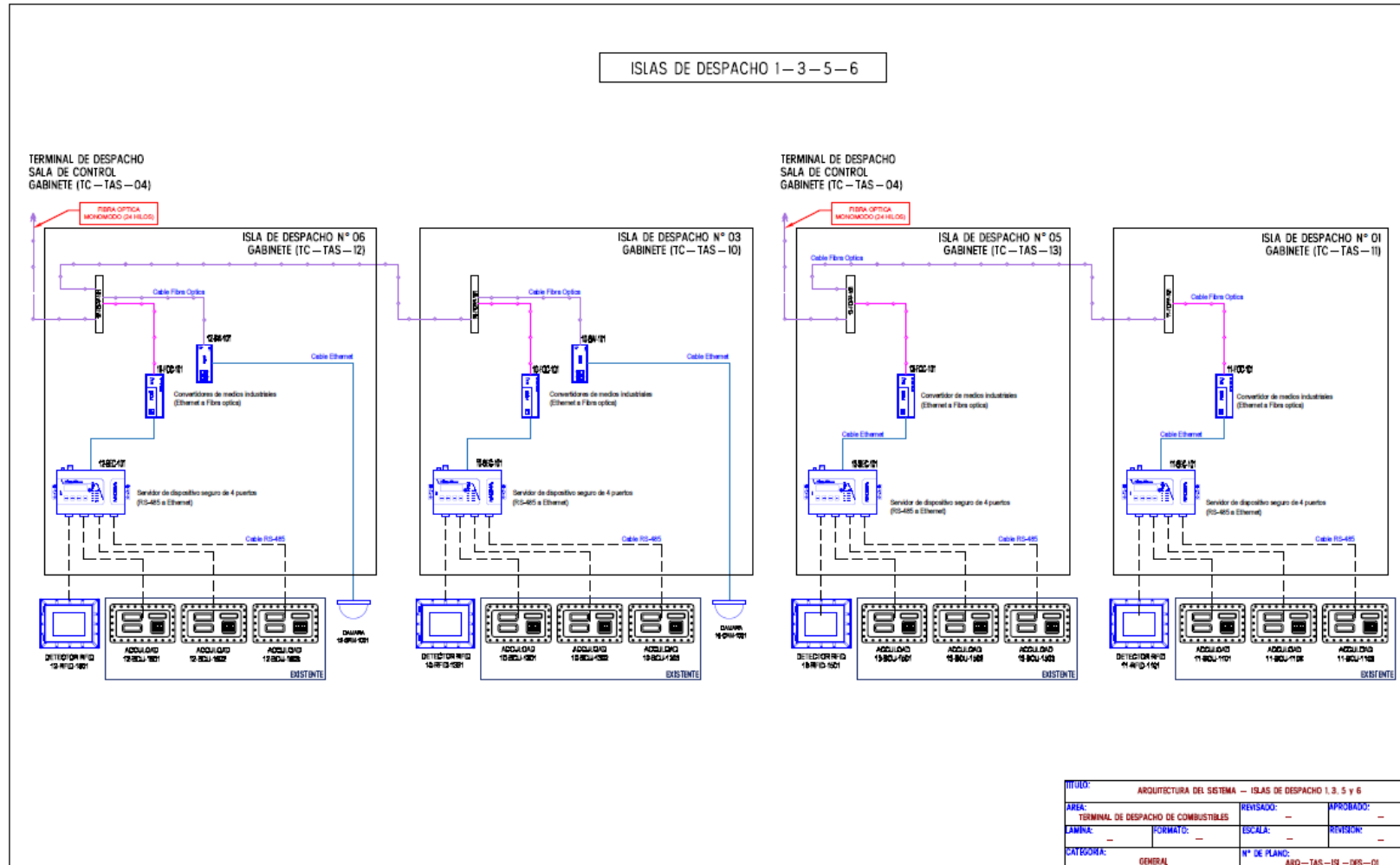


Figura 64. Arquitectura del sistema en islas de despacho 1, 3, 5 y 6  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

#### ANEXO n.º 4. Equipos implementados en el sistema para el control y supervisión de las islas de despacho – parte 2

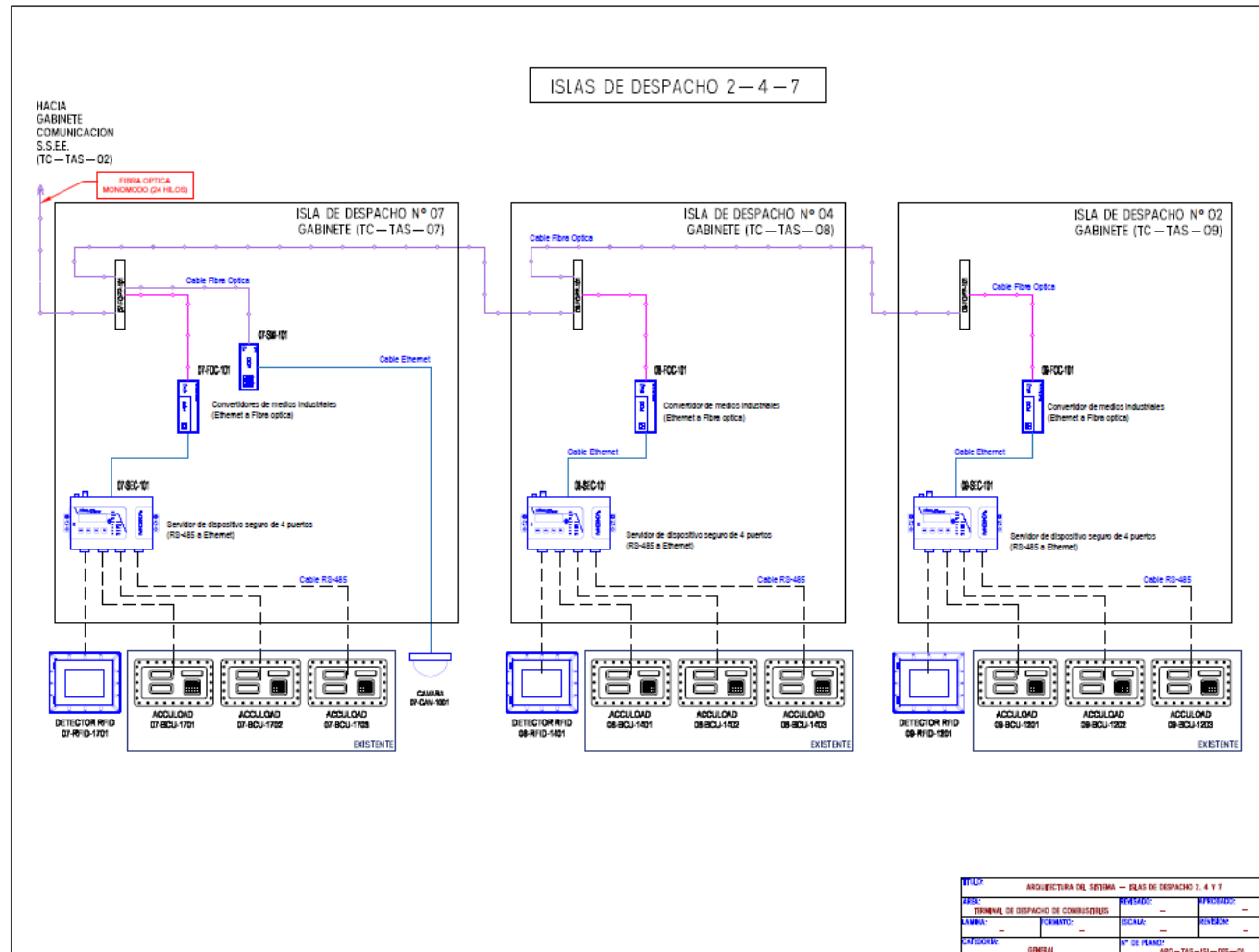


Figura 65. Arquitectura del sistema en islas de despacho 2, 4 y 7

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.



**ANEXO n°. 5. Equipos implementados en el sistema para el control y supervisión de la balanza de salida**

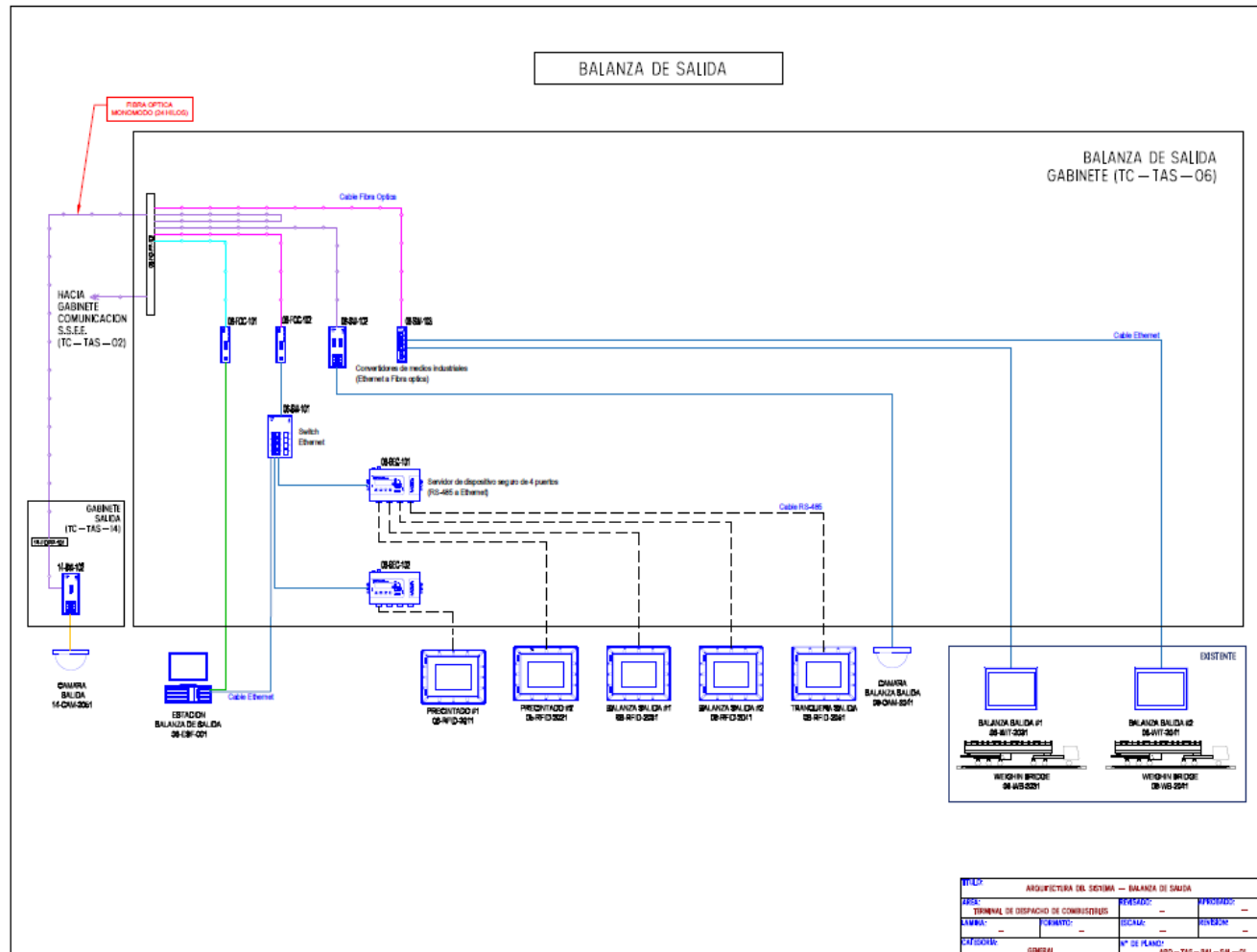


Figura 66. Arquitectura del sistema en balanza de salida  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

## ANEXO n°. 6. Equipos implementados en el sistema desde sala de control del terminal de despacho de combustibles

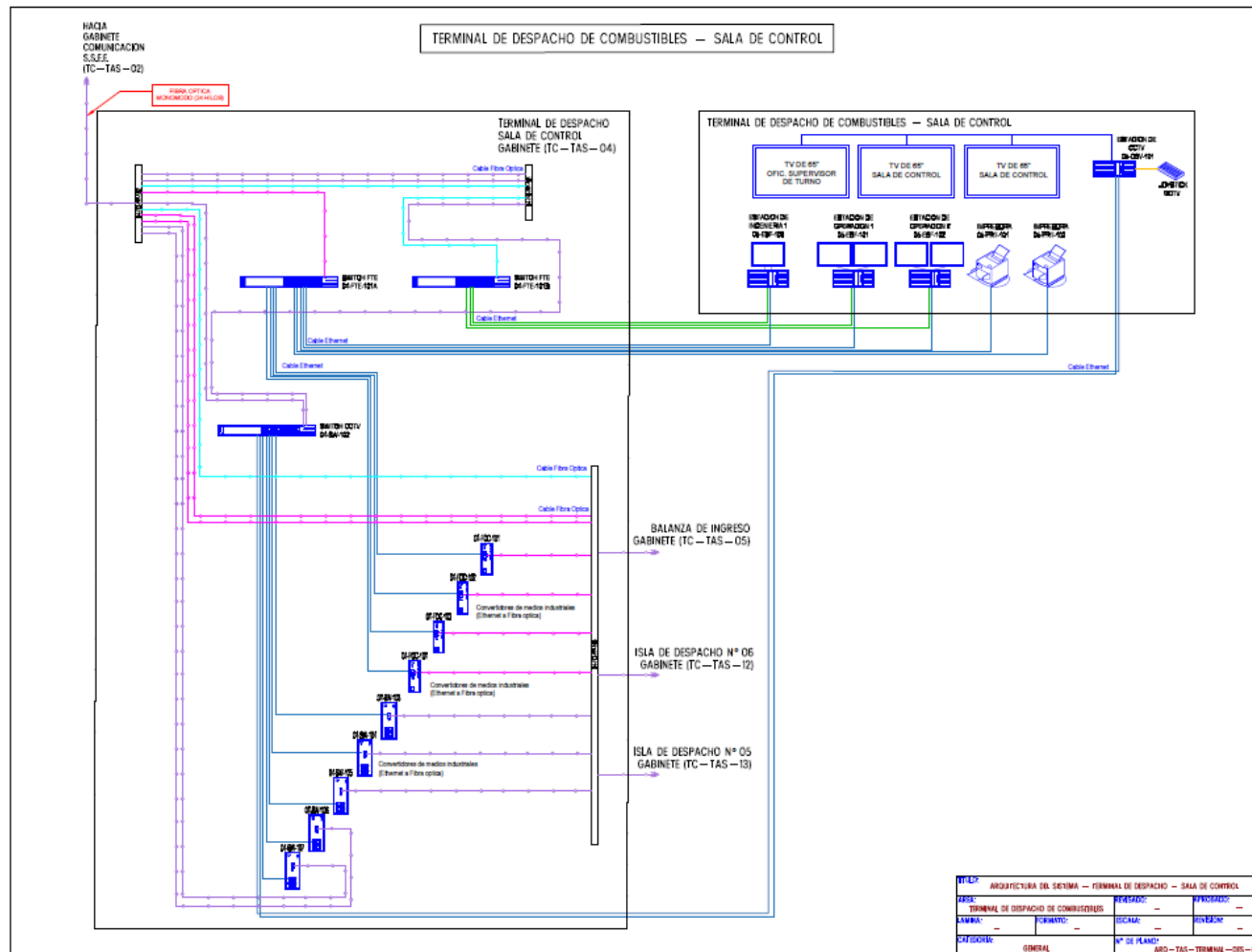


Figura 67. Arquitectura del sistema en sala de control del terminal  
Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**ANEXO n°. 7. Equipos implementados en el sistema desde subestación eléctrica del terminal de despacho de combustibles – parte 1**

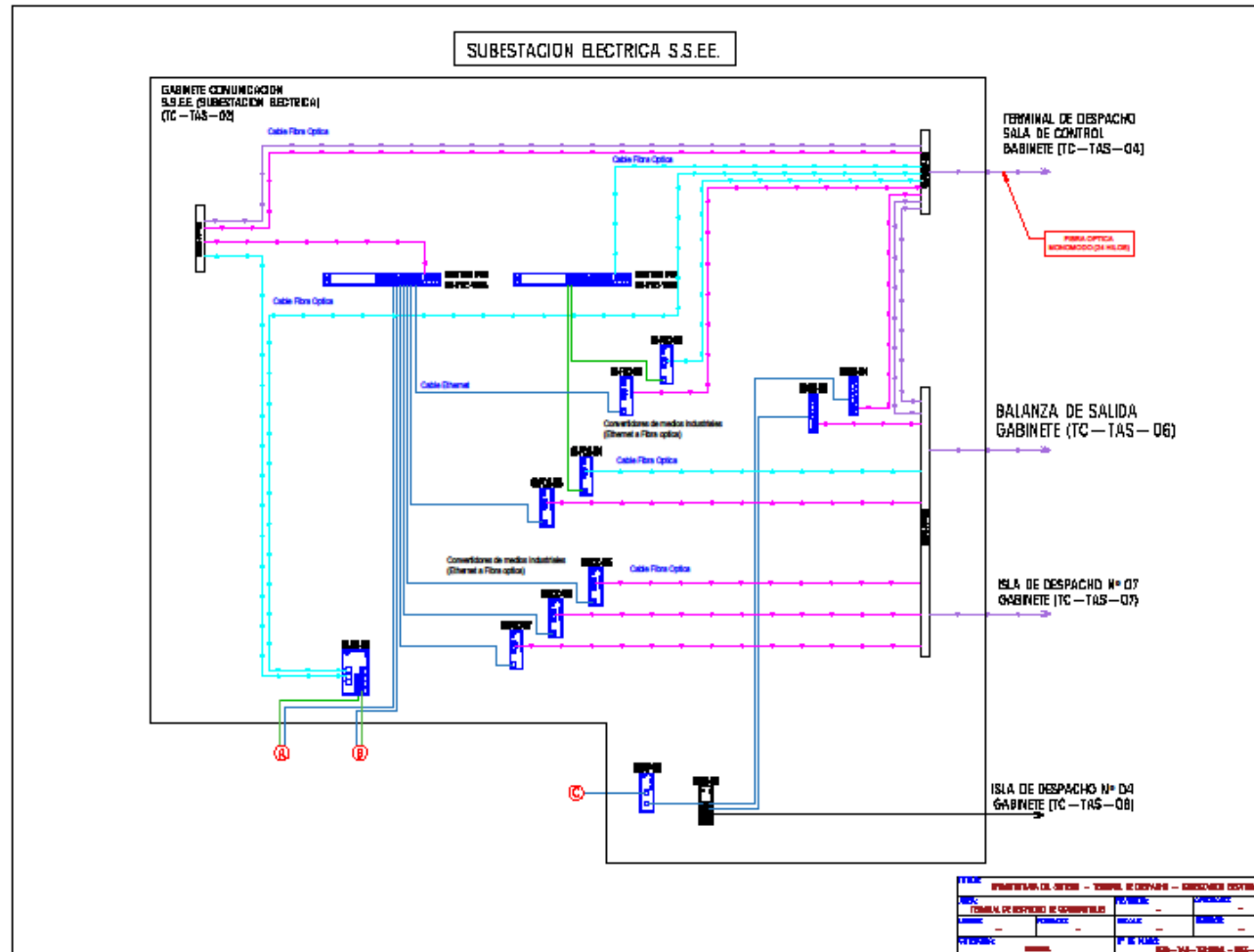


Figura 68. Arquitectura del sistema en subestacion electrica, parte 1  
 Fuente: Phoenix EPC S.A.C.

**ANEXO n°. 8. Equipos implementados en el sistema desde subestación eléctrica del terminal de despacho de combustibles – parte 2**

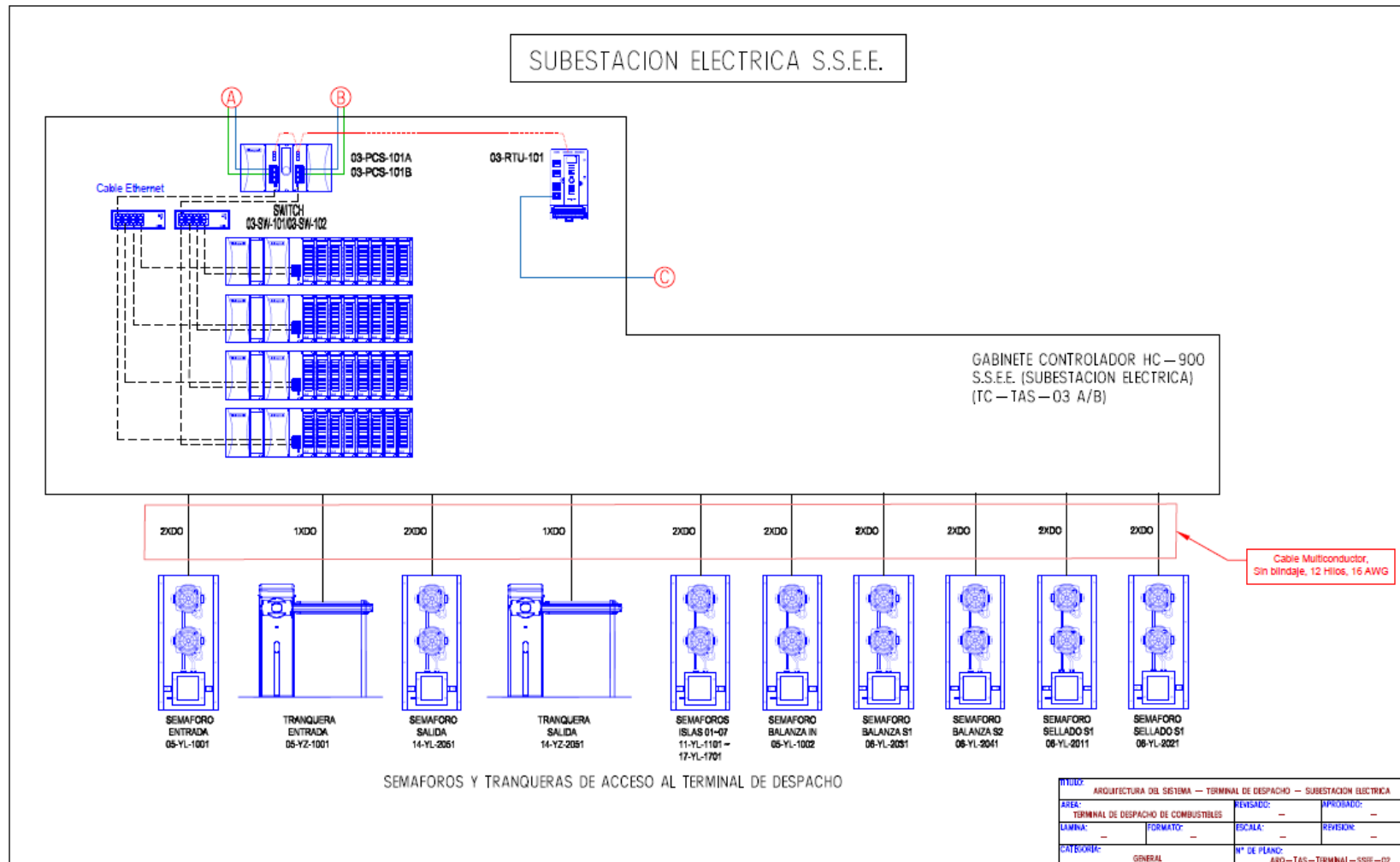


Figura 69. Aquitectura del sistema en subestacion electrica, parte2

Fuente: Phoenix EPC S.A.C.