



Decanato de Ingeniería e Informática
Escuela de Informática

TESIS DE GRADO

Para optar por el título de Ingeniero de Software

TEMA

Diseño arquitectónico de plataforma web para seguimiento y control centralizado de envasadoras de GLP para la empresa Nodrix, en Santo Domingo Este, República Dominicana, año 2017.

SUSTENTANTE

Br. Eduardo José Rosario Santos 2013-1946

ASESOR

Prof. Ing. Santo Rafael Navarro

Distrito Nacional, República Dominicana
Julio, 2017

Los conceptos expuestos en esta investigación son de la exclusiva
responsabilidad de su(s) autor(es).

**DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE PLATAFORMA WEB
PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL CENTRALIZADO DE
ENVASADORAS DE GLP PARA LA EMPRESA NODRIX,
EN SANTO DOMINGO ESTE, REPÚBLICA DOMINICANA,
AÑO 2017**

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	XIII
INTRODUCCION	1

- CAPÍTULO I -

MERCADO DEL GLP EN REPUBLICA DOMINICANA	5
INTRODUCCIÓN	6
1.1 PANORAMA DEL SECTOR HIDROCARBURO EN REPÚBLICA DOMINICANA.....	7
1.1.1 Evolución de la oferta y demanda de los hidrocarburos.....	9
1.1.2 Importaciones de hidrocarburos.....	14
1.1.3 El GLP en el mercado de hidrocarburos.....	15
1.1.4 Estadísticas relacionadas al consumo de GLP en Santo Domingo, R.D.	19
1.2 PRINCIPALES ACTORES Y ORGANISMOS REGULADORES RELACIONADAS CON LA ADQUISICIÓN, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GLP.....	22
1.2.1 Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL).....	23
1.2.2 Refinería Dominicana de Petróleo - Refidomsa PDV S.A.	26
1.2.3 El Banco Central de la República Dominicana	29
1.2.4 El Ministerio de Hacienda	30
1.2.5 Ministerio de Industria, Comercio y Mipymes (MICM).....	31
1.2.6 Ministerio de obras públicas y comunicaciones (MOPC)	35
1.2.7 Importadores, distribuidores y envasadoras del sector privado	36
1.3 REGULACIONES Y NORMAS RELACIONADAS AL EXPENDIO DE GLP	42
1.3.1 Ley Tributaria de Hidrocarburos N° 112-00	43
1.3.2 Otras leyes, normativas y regulaciones.....	45
1.3.3 Estándares técnicos de la industria	46
1.3.4 Inspecciones por parte de INDOCAL	50
1.4 PANORAMA SOCIAL DEL GLP COMO PRODUCTO.....	51
1.4.1 Precio del GLP en República Dominicana.....	52
1.4.2 Opinión generalizada del consumidor de GLP	53
1.4.3 Comercialización del GLP en República Dominicana	55
1.5 PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LAS ENVASADORAS DE GLP	57
1.5.1 Gestión manual de envasadoras de GLP	58
1.5.2 Medidores mecánicos.....	59
1.5.3 Control inadecuado de inventario	59
RESUMEN	61

- CAPÍTULO II -

ASPECTOS TECNICOS Y CONCEPTOS CLAVES REFERENTES A LA SOLUCION...	62
INTRODUCCION	63
2.1 ARQUITECTURA DE REDES DE COMUNICACIÓN	64
2.1.1 Modelo de protocolos para transporte de paquetes - TCP/IP	65
2.1.2 Modelo OSI.....	67
2.1.3 Tipos de redes	68

2.1.4	Topología de redes.....	69
2.1.5	Enrutador wifi (Router WI-FI).....	70
2.1.6	Dispositivos wifi	70
2.1.7	Amplificadores de señal.....	71
2.2	PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES.....	71
2.2.1	Protocolo de internet – IP	71
2.2.2	Protocolo de transporte – TCP	72
2.2.3	Protocolo de transferencia de hipertexto – HTTP.....	73
2.2.4	Comunicación en serie	74
2.2.5	Estándares de comunicación eléctrica en serie	77
2.2.6	Modelo industrial de comunicación serial MODBUS	81
2.3	COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	88
2.3.1	Onda electromagnética.....	90
2.3.2	Transmisor de ondas de radio	92
2.3.3	Espectro de radio frecuencias	94
2.4	MICROCONTROLADORES.....	95
2.4.1	Unidad central de procesamiento (CPU).....	97
2.4.2	Memoria de acceso aleatorio y solo lectura (RAM & ROM)	98
2.4.3	Periféricos de entrada y salida	99
2.5	SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN.....	100
2.5.1	Información	101
2.5.2	Activo	102
2.5.3	Integridad.....	102
2.5.4	Confidencialidad	102
2.5.5	Disponibilidad	103
2.5.6	Vulnerabilidad	103
2.5.7	Amenazas	104
2.5.8	Controles	104
2.5.9	Riesgos.....	104
2.5.10	Ataque	105
2.5.11	Impacto	105
2.5.12	Encriptación	105
2.6	SERVIDOR WEB.....	106
2.6.1	Modelo nodo a nodo (P2P).....	106
2.6.2	Modelo cliente-servidor.....	107
2.6.3	Aplicación Web	107
2.7	BASE DE DATOS.....	108
2.7.1	Tipos de base de datos	108
2.7.2	Modelo Entidad-Relación.....	111
2.8	COMPUTACIÓN EN LA NUBE	112
2.8.1	Tipos de computación en la nube.....	113
2.8.2	Modelos de servicios	115
	RESUMEN.....	119

- CAPÍTULO III -

	INFRAESTRUCTURA DE ENVASADORAS DE GLP	120
	INTRODUCCION.....	121
3.1	GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)	122
3.2	TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	124

3.2.1	Tanques estacionarios de almacenamiento	125
3.2.2	Camión cisterna de transferencia	127
3.2.3	Camión de distribución al detalle	128
3.2.4	Componentes básicos del tanque	130
3.3	INSTRUMENTOS Y ELEMENTOS DE MEDICIÓN	135
3.3.1	Medidor de flujo de masa	135
3.3.2	Medidor maestro para calibración	138
3.3.3	Báscula para pesaje vehicular	139
3.4	DISPENSADOR DE GLP	141
3.4.1	Componentes hidráulicos y neumáticos	143
3.4.2	Panel de control	146
3.5	SERVIDOR INTERMEDIARIO DE ENLACE	149
3.5.1	Transceptor RS485.....	151
3.6	TERMINALES DE COBRO POR TARJETA	152
	RESUMEN.....	153

- CAPÍTULO IV -

	ANÁLISIS DEL PROCESO OPERATIVO DE ENVASADORAS DE GLP	154
	INTRODUCCIÓN.....	155
4.1	PROCESO OPERATIVO GENERAL.....	156
4.1.1	Licuefacción del GLP	156
4.1.1.1	Centro de distribución	158
4.1.2	Adquisiciones del producto	159
4.1.3	Transporte y distribución de inventario	161
4.1.4	Proceso de transferencia y almacenamiento del GLP en las estaciones	162
4.1.5	Dispendio y venta del producto al consumidor final	163
4.2	VENTA A DOMICILIO POR MEDIO DE LAS BOLITAS	164
4.3	CIERRE FINANCIERO DE LA ESTACIÓN	165
4.3.1	Diferencia de inventario (over y short)	166
4.3.2	Eficiencia de una estación	167
4.3.3	Proceso de cuadro de turno por encargado	168
4.4	PROCESO DE CALIBRACIÓN DE METROS.....	171
4.5	AMENAZAS Y VULNERABILIDADES	173
4.5.1	Apertura parcial de válvulas	173
4.5.2	Deshabilitación del contador mecánico	174
4.5.3	Vaciado de manquera.....	174
4.5.4	Calzado de electroválvula.....	175
4.5.5	Contador mecánico.....	175
4.5.6	Calibración no autorizada	176
4.5.7	Bloqueo de la electroválvula	176
4.5.8	Cierre eléctrico manual de los relés	177
4.5.9	Manipulación de números.....	177
4.5.10	Transferencia parcial de los camiones cisterna.....	178
	RESUMEN.....	181

- CAPÍTULO V -

	ANÁLISIS Y MODELO ARQUITECTÓNICO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	182
	INTRODUCCIÓN.....	183

5.1	ALCANCE Y ARQUITECTURA GENERAL DE LA PLATAFORMA.....	184
5.1.1	Arquitectura general de la plataforma.....	185
5.1.2	Actores e historias de usuarios principales	189
5.2	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	194
5.2.1	Gestión y configuración de la plataforma	195
5.2.2	Gestión administrativa	196
5.2.3	Gestión operativa.....	197
5.2.4	Gestión de cierre financiero.....	199
5.2.5	Administración de planta y estaciones	200
5.2.6	Administración de tanques de almacenamiento	200
5.2.7	Generación de reportes	201
5.2.8	Administración de licencias y actualizaciones	202
5.3	REQUISITOS NO FUNCIONALES	203
5.3.1	Requerimientos de seguridad.....	203
5.3.2	Requerimientos de usabilidad	204
5.3.3	Requerimientos de desempeño y disponibilidad	204
5.3.4	Requisitos de hardware	205
5.3.5	Requerimientos de ambiente.....	206
5.3.6	Restricciones que aplican.....	206
5.4	DISEÑO Y ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA PLATAFORMA	207
5.4.1	Estructura de base de datos.....	207
5.4.2	Servicio GSD Web.....	209
5.4.3	Manejo de entidades y sincronización.....	211
5.4.4	Interoperabilidad MODBUS con dispensadores	212
5.4.5	Monitoreo, reglas y gestión de casos	215
5.4.6	Corrección de inventario con tabla de densidades	217
5.5	PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD.....	225
5.5.1	Pruebas de caja negra.....	226
5.5.2	Pruebas de caja blanca	226
5.6	DESPLIEGUE Y DOCUMENTACIÓN.....	227
5.6.1	Infraestructura tecnológica	227
5.6.2	Diagrama de componentes.....	228
5.6.3	Documentación y manuales	229
5.7	TECNOLOGÍAS Y METODOLOGÍAS DE TRABAJO	231
5.7.1	Metodologías a utilizar	231
5.7.2	Tecnologías y herramientas	233
5.8	PANTALLAS DE PROTOTIPO FUNCIONAL DE LA PLATAFORMA	238
	RESUMEN.....	247

- CAPÍTULO VI -

	MODELO DE NEGOCIO Y ANALISIS FINANCIERO	248
	INTRODUCCIÓN.....	249
6.1	MODELO DE NEGOCIO ESTABLECIDO	250
6.1.1	Licenciamiento por metro o dispensador.....	252
6.1.2	Licenciamiento por estación	253
6.1.3	Licenciamiento global por período de tiempo	254
6.2	GASTOS INFRAESTRUCTURALES POR PARTE DEL CLIENTE	254
6.2.1	Adquisición de equipos requeridos.....	254
6.2.2	Remodelación y cableado por estación.....	256

6.3	ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO	257
6.3.1	Estudio del mercado, nicho y demanda.....	258
6.3.2	Propuesta de valor.....	260
6.3.3	Envasadoras GLP prospectos	266
6.3.4	Plan de gestión de costos.....	268
6.3.5	Rentabilidad de la plataforma GSD	279
6.3.6	Rentabilidad para la envasadora de GLP.....	283
	RESUMEN.....	290
	CONCLUSIÓN	291
	RECOMENDACIONES	294
	BIBLIOGRAFÍA.....	295
	GLOSARIO	303
	ANEXOS Y APÉNDICES	312
	ANEXO 1: ANTEPROYECTO.....	313
	ANEXO 2: MAPA CONCEPTUAL PRELIMINAR.....	335
	ANEXO 3: BOLETA DE DESPACHO POR COASTAL	336
	ANEXO 4: FORMULARIO PARA CUADRE DE PLANTA.....	337
	ANEXO 5: PRESUPUESTO DESAROLLO COMPLETO	338
	ANEXO 6: PRESUPUESTO MANTENIMIENTO COMPLETO.....	339

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Demanda de energía por sector de consumo en República Dominicana	10
Figura 2. Oferta de energía primaria en República Dominicana	11
Figura 3. Oferta de energía secundaria en República Dominicana	12
Figura 4. Oferta de productos derivados del petróleo en República Dominicana ..	13
Figura 5. Demanda por sectores de consumo República Dominicana, finales 2015	14
Figura 6. Importaciones totales vs importaciones bajo el acuerdo PETROCARIBE en el 2015	15
Figura 7. Evolución porcentual de las importaciones de petróleo y derivados	17
Figura 8. Número de estaciones de GLP por provincia (2016).	18
Figura 9. Demanda y participación del sector transporte en República Dominicana	19
Figura 10. Demanda del sector transporte por tipo de combustible.....	20
Figura 11. Consumo final de hidrocarburos por el sector transporte, 2015	20
Figura 12. Tipos de consumos del GLP el sector residencial	21
Figura 13. Estufa de GLP y tanques domésticos utilizados para cocción.....	22
Figura 14. Sello de calidad INDOCAL, colocado en uno de los instrumentos de medición de GLP	25
Figura 15. Vista de REFIDOMSA.....	26
Figura 16. Proceso de refinación de crudo aplicado por REFIDOMSA	27
Figura 17. Monto de impuestos al consumo pagado según actividad económica mayorista.....	29
Figura 18. Infraestructura de Gas Natural en Boca Chica, República Dominicana	38
Figura 19. Vista de una estación de Propa-Gas	39
Figura 20. Vista de terminal Coastal Petroleum Dominicana	40
Figura 21. Vista de planta de Tropigas	42

Figura 22. Precio de 24lb de GLP en USD en República Dominicana vs países de América Central	52
Figura 23. Tabla de equivalencia para ventas por libra suministrada por DIGENOL.	56
Figura 24. Diagrama de interacción entre dispositivos a través de las cuatro capas del modelo TCP/IP	65
Figura 25. Tabla comparativa del modelo TCP/IP y el modelo OSI	68
Figura 26. Representación gráfica de los tipos de topologías de redes	69
Figura 27. Representación gráfica de un enrutador	70
Figura 28. Datagrama del protocolo de internet (IP)	72
Figura 29. Diagrama del reordenamiento de los paquetes TCP/IP que llegan a un destino.....	73
Figura 30. Diagrama de la interacción cliente-servidor vía http	74
Figura 31. Comparación de comunicación en seria contra la comunicación paralela.	75
Figura 32. Diagrama comparativo de los tipos de los distintos tipos de transmisión.	76
Figura 33. Esquema básico de transmisión con bucle de corriente	78
Figura 34. Diagrama de bloques representando el bucle de tensión.....	79
Figura 35. Conector serial estándar tipo D9 para comunicaciones RS-232.	80
Figura 36. Diferencial de voltaje en transmisión RS-485	81
Figura 37. Esquema de conexión entre diversos dispositivos y un servidor maestro a través de transceptores seriales y el modelo MODBUS	83
Figura 38. Trama general de datos utilizado por el modelo MODBUS	84
Figura 39. Comparación del CRC resultante de una división binaria contra el CRC de una trama recibida.	85
Figura 40. Proceso de comunicación maestro-esclavo durante una transacción ..	86
Figura 41. Diagrama de flujo de la función 01 – lectura de bobinas (0x01 Read Coils)	87

Figura 42. Componentes de la onda electromagnética.....	91
Figura 43. Esquemático de un circuito básico transmisor de frecuencia modulada (FM).....	93
Figura 44. Espectro de radio frecuencias y sus aplicaciones	94
Figura 45. Microcontrolador Microchip PIC18F8720 en encapsulado de 80 pines	96
Figura 46. Componente oscilador del microcontrolador.....	97
Figura 47. Estructura de la memoria en un microcontrolador	98
Figura 48. Convertir de 3 y 16 bits Análogo-Digital	100
Figura 49. Triangulo de la seguridad de información.	101
Figura 50. Mapa conceptual del riesgo en el contexto de la seguridad de información.	104
Figura 51. Diagrama comparativo del modelo cliente-servidor contra el modelo nodo a nodo (P2P)	107
Figura 52. Estructura de una neurona en una red neuronal.	109
Figura 53. Esquema de una base de datos jerárquica.....	110
Figura 54. Ejemplo de un modelo entidad-relación.....	112
Figura 55. Ecosistema de servicios de la nube híbrida.....	114
Figura 56. Dependencia entre los modelos de servicios en la nube.....	117
Figura 57. Propiedades químicas del gas licuado de petróleo (GPL)	122
Figura 58. Representación del propano líquido y gaseoso presurizado en un tanque.	123
Figura 59. Componentes del tanque estacionario.....	126
Figura 60. Partes del remolque para transporte de GLP	128
Figura 61. Plano isométrico de un camión distribuidor con dispositivos de despacho de GLP	129
Figura 62. Procedimiento de lectura de nivel del tanque usando el rotogage	131
Figura 63. Medidor magnético de volumen magnetel.	132

Figura 64. Boba multi-etapa para envasadoras de GLP.	134
Figura 65. Funcionamiento del másico basado en el principio coriolis.	136
Figura 66. Medidor de flujo en base a diferencia de presión	137
Figura 67. Anatomía de un medidor de flujo maestro.	138
Figura 68. Esquema de área para pesado a la entrada/salida de los camiones .	140
Figura 69. Componentes de un dispensador de GLP.	142
Figura 70. Anatomía del medidor de flujo por desplazamiento positivo y el pulsador	144
Figura 71. Anatomía y funcionamiento de la electroválvula solenoide.	145
Figura 72. Anatomía de la válvula de corte de seguridad – pullaway	146
Figura 73. Placa madre del panel de control de despacho GLP Sinewave.	147
Figura 74. Equipos de control centralizado y comunicación para estaciones.	149
Figura 75. Arquitectura de gestión centralizada de las estaciones por medio de gateways	150
Figura 76. Transceptores RS485/USB para integrar los metros al sistema GSD.	151
Figura 77. Punto de venta inalámbrico o Point of Sale (POS).	152
Figura 78. Torre de destilación del petróleo	157
Figura 79. Proceso de transferencia de inventario desde un tanque estacionario a un tanque móvil.	161
Figura 80. Proceso de transferencia de inventario desde un tanque móvil a un estacionario.	163
Figura 81. Comparación del inventario estimado y el real	165
Figura 82. Representación gráfica del over y short.....	167
Figura 83. Diagrama general del proceso de cuadro general de estación.....	170
Figura 84. Diagrama de conexión del medidor maestro al dispensador de GLP para calibración	172
Figura 85. Demostración de la deshabilitación de un contador mecánico.	174

Figura 86. Relés que activan las electroválvulas.	177
Figura 87. Ejemplo de cierre manual.	178
Figura 88. Cambio de densidad debido al cambio de temperatura.....	179
Figura 89. Logotipo de la plataforma web Sinewave GSD.....	184
Figura 90. Arquitectura general de la plataforma GSD	185
Figura 91. Diagrama de caso de uso para la gestión y configuración de la plataforma	195
Figura 92. Diagrama de caso de uso para la gestión administrativa de la plataforma	197
Figura 93. Diagrama de caso de uso para la gestión operativa de la plataforma	198
Figura 94. Diagrama de caso de uso para la gestión de cierres financieros	199
Figura 95. Diagrama de caso de uso para la administración de planta y estaciones	200
Figura 96. Diagrama de caso de uso para la administración de tanques de almacenamiento.....	201
Figura 97. Diagrama de caso de uso para la generación de reportes	202
Figura 98. Diagrama de caso de uso para la administración de licencias y actualizaciones.....	202
Figura 99. Estructura de la base de datos de la plataforma GSD.....	208
Figura 100. Diagrama de clases que engloba los métodos y entidades del servicio web GSD Gateway y GSD Management	209
Figura 101. Diagrama de clases de las entidades encargadas de brindar acceso a datos	211
Figura 102. Diagrama de clases de la parte de interoperabilidad y comunicación serial.....	212
Figura 103. Método que genera trama con la función MODBUS para leer múltiples registros.....	213
Figura 104. Método que genera trama con la función MODBUS para escribir múltiples registros	214
Figura 105. Método que genera el CRC de una trama MODBUS	214

Figura 106. Diagrama de clases desglosando los métodos de interoperabilidad y servicio web	215
Figura 107. Diagrama de clases del módulo de reglas y acciones	216
Figura 108. Tabla de densidades relacionadas con temperaturas observadas ...	218
Figura 109. Leyenda de referencia de los grafos subsiguientes	220
Figura 110. Proceso de cuadro de transferencia por volumen observado.....	221
Figura 111. Proceso de cuadro de transferencia por volumen observado.....	222
Figura 112. Formula de densidad final para la mezcla de dos fluidos distintos ...	222
Figura 113. Proceso de vaciado de camión cisterna en tanque estacionario	223
Figura 114. Proceso para obtener el contador corregido en dispensadores	224
Figura 115. Cierre de estación utilizando valores corregidos	225
Figura 116. Vista de planta del cableado en la estación	228
Figura 117. Diagrama de componentes de la plataforma GSD	229
Figura 118. Flujo de Scrum para un Sprint	232
Figura 119. Imagen representativa de una pizarra Kanba	233
Figura 120. Pantalla de bienvenida	238
Figura 121. Pantalla de roles y permisos	238
Figura 122. Pantalla de tipos de productos	239
Figura 123. Pantalla de tipos de productos	239
Figura 124. Pantalla de tipos de productos	240
Figura 125. Pantalla para la gestión de reglas	240
Figura 126. Pantalla para el control remoto desde GSD Management.....	241
Figura 127. Pantalla con reporte de transacciones desde GSD Management	241
Figura 128. Pantalla con reporte de operaciones desde GSD Management.....	242
Figura 129. Pantalla para gestión de tanques estacionarios en GSD Gateway ..	242

Figura 130. Pantalla para seguimiento de despachos en tiempo real en GSD Gateway	243
Figura 131. Pantalla para gestión de cierres financieros en GSD Gateway	243
Figura 132. Pantalla ingresar la temperatura durante cierre financiero en GSD Gateway	244
Figura 133. Pantalla para gestión de casos en GSD Management	244
Figura 134. Pantalla de monitoreo en GSD Management	245
Figura 135. Pantalla de estado de sincronizaciones en GSD Management	245
Figura 136. Pantalla de estado de licenciamiento en GSD Management	246
Figura 137. Gráfico comparativo entre los tipos de licencia por el cargo mensual por metro.	252
Figura 138. Gráfico comparativo entre los tipos de licencia por el cargo mensual por estación.	253
Figura 139. Vista de planta del cableado de una estación de GLP.	257
Figura 140. Número de estaciones de GLP por provincia (2016).	259
Figura 141. Número de estaciones de GLP por provincia (2014).	260
Figura 142. Gráfica comparativa de la eficiencia de 6 estaciones visualizadas en dos rangos.	263
Figura 143. Estimación del volumen corregido.	264
Figura 144. Distribución del presupuesto de desarrollo.	272
Figura 145. Distribución del presupuesto de mantenimiento.	272
Figura 146. Distribución de gastos mensuales durante el año de desarrollo del proyecto	278
Figura 147. Distribución de gastos mensuales durante los años de mantenimiento del proyecto	279
Figura 148. Gráfico comparativo de los gastos vs ingresos y ganancias vs inversión.	283
Figura 149. Movimiento de transferencia de inventario de 7 estaciones con su promedio	285

Figura 150. Volumen adquirido en REFIDOMSA durante 2016 por envasadora dominicana.....	286
Figura 151. Variación de ventas durante 24 horas de operaciones.....	287
Figura 152. Temperatura promedio y radiación solar por hora.	288

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ranking según impuestos al consumo, 2016.....	28
Tabla 2. Tabla de impuestos al consumo por galón americano y tipo de combustible.	44
Tabla 3. Cargo por manejo de terminal (CMT).....	45
Tabla 4. Códigos de funciones de clase 1 indicados en las especificaciones MODBUS.....	88
Tabla 5. Comparación entre los diversos modelos de servicios en la nube.	115
Tabla 6. Relación entre la presión y la temperatura del GLP.....	158
Tabla 7. Resultados de los cierres financieros de una estación durante el período de un mes	168
Tabla 8. Requerimientos para servidor central (GSD Management)	205
Tabla 9. Requerimientos para servidor de estación (GSD Gateway)	205
Tabla 10. Cargo de licenciamiento de metros por período de recurrencia.	252
Tabla 11. Cargo de licenciamiento de estaciones por período de recurrencia. ...	253
Tabla 12. Costos estimados de los componentes esenciales al momento del despliegue.....	255
Tabla 13. Envasadoras potenciales a utilizar la solución.....	267
Tabla 14. Resultados preliminares de la economía dominicana (2016)	269
Tabla 15. Presupuesto (actividades mayores) del primer año de desarrollo.	270
Tabla 16. Presupuesto (actividades mayores) de mantenimiento anual.....	271
Tabla 17. Detalle del presupuesto para gastos de la oficina.....	273
Tabla 18. Detalle del presupuesto para compras de equipos cómputos y mobiliario.	274
Tabla 19. Detalle del presupuesto para gastos en diseño y desarrollo.....	275
Tabla 20. Detalle del presupuesto en gastos para mercadeo durante desarrollo.	275
Tabla 21. Detalle del presupuesto para gastos en mercadeo durante mantenimiento.	275

Tabla 22. Detalle del presupuesto para gastos en mantenimiento de la plataforma.	276
Tabla 23. Detalle del presupuesto para gastos en procesos de despliegue de la plataforma.	276
Tabla 24. Detalle del presupuesto para gastos en licenciamiento durante desarrollo y mantenimiento.	277
Tabla 25. Resumen de presupuesto para desarrollo del proyecto.....	277
Tabla 26. Resumen del presupuesto para mantenimiento anual de la plataforma.	278
Tabla 27. Rentabilidad económica desde el punto de vista de Nodrix.....	281
Tabla 28. Resumen de rentabilidad anual del proyecto.	282

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, quien me ha dado la determinación y fuerza para poder superar las adversidades y poder alcanzar una de mis metas de vida más importantes.

A mi madre Hilda A. Santos, quien me ha dado desde siempre todo el apoyo incondicional y por haber tenido esa infinita confianza en mí, sin importar aquellos momentos de inestabilidad en los que me llegué a encontrar.

A mi padre Edidalgo Rosario, por haber inculcado en mi todo ese ingenio, curiosidad y creatividad desde pequeño. Quien me ayudo a valorar el mundo desde una perspectiva única, manteniendo la humildad, dedicación, perseverancia y actitudes por encima de todo.

Mis hermanos, Edison Rosario y Fátima Rosario, por haberme dado ese apoyo incondicional desde pequeño, estando ahí en las buenas y en las malas.

A mi bella esposa Elicaury Bautista. Sin ella, nunca hubiese logrado esta meta, ya que fue ella la que recuperó en mí el deseo de continuar los estudios. Durante todo el trayecto, fue la que mantuvo en mi la motivación y dedicación necesaria para poder llegar hasta el final.

A mi bella hija, Priscila Michelle, por darme ese brillo de felicidad en los ojos, esa inspiración que hace que siga luchando en cada reto, sin importar el grado de dificultad.

A mis profesores, en especial al Ing. Santo Navarro, quien dedicó un esfuerzo especial mostrándome el camino por el cual logró desarrollar en mí capacidades que nunca pensé tener.

Finalmente, a mis amigos y todas aquellas personas que me apoyaron durante este trayecto, en especial Elvyn Peña, quien, como líder, me dio la oportunidad y confianza de pertenecer a un proyecto tan innovador y a la vez retador, el cual les presento con gran orgullo en este trabajo de grado.

Eduardo José Rosario Santos

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis a mi familia, principalmente a mi hija Priscila Michelle, por darme ese cariño, amor y ternura en todo momento. Por ser paciente y tolerable, y a pesar todo, entender que mi tiempo fue un poco limitado. ¡Ya papi terminó, y tendrá mucho más tiempo para la familia!

Por último, a mi esposa bella Elicaury Bautista, mi madre querida Hilda Santos y a mi querida suegra Cristina Bidó, quienes definitivamente fueron las personas que nunca dejaron de tener fe en mí, especialmente mi esposa, la que diariamente me ayudó a superar cada obstáculo incondicionalmente.

Eduardo José Rosario Santos

INTRODUCCION

En la actualidad, las metodologías y técnicas empleadas por empresas para el control de sus procesos están experimentando un cambio radical por parte del uso de dispositivos inteligentes. Su adopción en los diversos sectores productivos ha impactado positivamente la forma en que se da seguimiento al uso de los recursos y activos, el control de inventario automatizado, y por medio de la sustitución de actividades y procesos manuales; minimizando así el error humano.

No obstante, las diversas ventajas que fomenta la aplicación de dicha tecnología, algunos sectores, específicamente el sector de hidrocarburos, aún no han considerado su adopción por la falta de conocimiento respecto al tema o el costo que implica su implementación, lo cual indica que probablemente estén haciendo un uso inadecuado de sus recursos y activos.

En general, las envasadoras de GLP de República Dominicana se limitan a dar seguimiento de su inventario en base a procesos manuales y segmentados que impactan de forma negativa el margen de beneficio percibido. También, dichos procesos no consideran factores externos como el cambio de temperatura o la densidad del combustible a la hora de transportarlo y distribuirlo, lo cual provoca resultados inciertos en cada cierre de turno. Normalmente, el inventario adquirido por una envasadora de GLP es medido en base a una densidad y temperatura estandarizada, pero este no es distribuido bajo esa misma norma, es decir, este es distribuido y vendido volumétricamente y a temperatura ambiente.

El presente trabajo de investigación, está enfocado en exponer cuáles son las causas puntuales por la cual las envasadoras de GLP están teniendo pérdida de inventario, así como también, precisar los puntos críticos que deben ser mejorados por la empresa Nodrix con el objetivo de minimizar dicha pérdida para con sus clientes.

Parte del estudio se ha llevado cabo tomando como modelo diversas envasadoras de GLP ubicadas en Santo Domingo Este, donde la implementación parcial de la solución se ha puesto en marcha; lo que ha permitido la captación de información y métricas valiosas para sustentar la presente propuesta. Asimismo, parte del objetivo de este proyecto, ha sido motivado por la necesidad de proyectar las mejoras y soluciones descubiertas a un plano más generalizado para conveniencia de todo el sector.

Finalmente, se expone el diseño arquitectónico de una plataforma web llamada *Sinewave GSD*, que, por medio de la medición remota de sensores electrónicos, el seguimiento computarizado de diversos procesos de carga y descarga de GLP, la gestión centralizada de cada estación de GLP y la interoperabilidad con dispensadores digitales podrá garantizar la correcta distribución de dicho combustible, evitando fraudes o pérdidas de inventario debido a factores como la temperatura, diferencia de densidad o el error humano.

En los subsiguientes capítulos se presenta de forma detallada y granulada las informaciones pertinentes al tema de investigación de este trabajo, donde cada uno contiene una introducción inicial, su desarrollo y un resumen final para mayor entendimiento del lector.

En se sentido, cada capítulo expuesto en esta tesis denota el siguiente contenido:

Capítulo I – Introduce al lector dentro del contexto socio-económico de la industria de hidrocarburos, específicamente en el mercado del gas licuado de petróleo en República Dominicana, mostrando un panorama general donde se detalla cuáles son los actores principales, su función, las normas y regulaciones; y cuál es la cultura general tanto desde el punto de vista del consumidor como las envasadoras de GLP.

Capítulo II – Este capítulo enfoca definiciones considerando los conceptos utilizados durante el desarrollo de la solución planteada en esta tesis. Detalla aspectos técnicos requeridos para comprender a cabalidad el desarrollo y la propuesta expuesta en el presente trabajo de investigación.

Capítulo III – Explica de forma detallada el funcionamiento técnico de los dispositivos y equipos utilizados en una envasadora de GLP; su rol dentro de la envasadora, las marcas más utilizadas y esquemas gráficos que muestran de forma visual cómo estas interactúan entre sí.

Capítulo IV – Plantea cada uno de los procesos dentro del marco operativo de una envasadora de GLP, presentándose de forma detallada los pasos que van desde la

compra y adquisición del producto, su distribución y finalmente la venta al consumidor final. En ese sentido, se exponen las amenazas y vulnerabilidades presentes en una estación de GLP para dar base a lo que es la solución propuesta en el capítulo subsiguiente.

Capítulo V – En este capítulo se expone la solución propuesta, resaltando las metodologías utilizadas para su desarrollo, los requerimientos y arquitectura general, los diagramas de diseño, las tecnologías utilizadas y vistas del prototipo funcional que ya ha sido probado en estaciones de GLP reales.

Capítulo VI – Finalmente, en el capítulo final se presenta el modelo de negocio utilizado por el proyecto para poder generar beneficios, así como también, la ventaja competitiva que este proporciona a sus usuarios finales, haciendo énfasis en el retorno de inversión que tendrán dichos usuarios expresado por medio de un análisis financiero a un año.

CAPÍTULO I

MERCADO DEL GLP EN REPUBLICA DOMINICANA

INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas, República Dominicana ha ido desarrollándose en torno al uso de los hidrocarburos, de tal manera que hoy en día, es evidente la dependencia socio-económica que expone. En ese sentido, dada la naturaleza de la plataforma expuesta en esta tesis, este capítulo introduce al lector en el contexto socio-económico de la industria petrolera, dando un vistazo a los aspectos más relevantes en la historia de los hidrocarburos de República Dominicana.

Asimismo, varios de los temas del primer capítulo, exponen la evolución industrial de los hidrocarburos en el país, la tendencia bajo el contexto de la oferta y demanda, las entidades y autoridades gubernamentales que regulan la industria y por último un análisis que engloba los acontecimientos más recientes en torno a la comercialización del GLP.

Cabe destacar que la mayor parte del análisis evolutivo de la industria del hidrocarburo fue extraída del Diagnostico Energético de República Dominicana 2015, preparado por la dirección de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

En sentido general, la plataforma propuesta en esta tesis, tiene una relación muy cercana a los temas y acontecimientos expuestos a continuación.

1.1 Panorama del sector hidrocarburo en República Dominicana

Desde hace unas décadas, el proceso de abastecimiento de hidrocarburos de la República Dominicana es de procedencia importada y está fuertemente relacionado con el comportamiento del mercado mundial, fundamentalmente por los precios internacionales; la ubicación geográfica del país en el Caribe favorece un buen y diversificado aprovisionamiento (OLADE, 2016, p.106).

De igual forma, el consumo energético depende casi en su totalidad del crudo y sus derivados, lo cual ejerce una presión desfavorable sobre la balanza comercial y el desarrollo del país (OLADE, 2016, p.106). Se hace necesario que la cadena de los combustibles esté siempre unida a una estrategia a corto, mediano y largo plazo en lo relativo al comportamiento de la comercialización, transporte, almacenamiento, distribución y consumo sectorial de combustibles en el país.

Por otro lado, en la actualidad, las importaciones del petróleo están encabezados por el crudo, el gas licuado de petróleo y el fuel oil. Estos representan aproximadamente el 60% en de las importaciones.

La energía en la República Dominicana está basada de forma predominante en el petróleo de procedencia importada de Venezuela y México y, para el caso del Gas Natural de Trinidad y Tobago, mientras que el Carbón Mineral desde Colombia (OLADE, 2016, p.88). Dichas importaciones de crudo alcanzan hasta el 8.36% del PBI, según el informe final Proyecto de Asistencia Técnica al Sector Energía. Asimismo, aunque se han detectado serios indicios de hidrocarburos en territorio dominicano, la producción nacional de dichas fuentes actualmente no existe.

En el marco histórico, la actividad comercial formal de los hidrocarburos, inició alrededor de 1915, el primer producto importado fue Kerosene; dicha actividad se difundió por todo el territorio nacional. Las estaciones de servicio eran manuales, con tanques subterráneos de mil a mil quinientos galones. En el 1972, el país importaba sus necesidades de combustibles refinados desde Curazao, Aruba y los Estados Unidos, utilizando buques de 18,000 toneladas (OLADE, 2016, p.87).

Históricamente, los sectores de transporte y generación eléctrica, incluyendo auto generador han sido los grandes consumidores con aproximadamente el 81% del consumo de hidrocarburos. El Fuel Oil, es el de mayor consumo, principalmente en el sector de generación eléctrica, el Diésel consumido tanto en generación eléctrica de pocas capacidades en el sector industrial y residencial, así como de amplio consumo en el transporte, la gasolina en sus dos calidades Premium y regular son de amplio uso en transporte, compitiendo actualmente muy de cerca con el gas licuado de petróleo (GLP) de amplia utilización en el transporte público y privado; a partir del 2003 se introduce un nuevo combustible, el gas natural, en sus inicios para la generación eléctrica, y más recientemente en el sector industrial y de transporte (OLADE, 2016, p.88).

Con el inicio de operaciones de la Refinería Dominicana de Petróleo, S.A. (REFIDOMSA), en 1972, surge una nueva operatividad del sector de los hidrocarburos en la República Dominicana. Una nueva terminal de recepción de hidrocarburos es puesta en funcionamiento. La Terminal de Nizao posee una monoboya y un oleoducto submarino de 28 pulgadas de diámetro por 2.5 kilómetros de longitud, donde es común la utilización de buques de más de 100,000 toneladas.

El crudo es almacenado en tres tanques con una capacidad total de unos 888,000 barriles (OLADE, 2016, p.88).

Durante los primeros meses de las operaciones de la Refinería, todos los productos terminados con excepción de una parte del Diésel, eran obtenidos mediante el uso de crudo reconstituido; de esta manera la refinería cubría exactamente la demanda del país, sin que se generaran sobrantes de combustibles (OLADE, 2016, p.88).

Al 2015 la producción de la REFIDOMSA representa el 29.3% del total de los hidrocarburos consumidos en los sectores de demanda final y suple el 67% con importaciones de productos refinados (OLADE, 2016, p.89).

1.1.1 Evolución de la oferta y demanda de los hidrocarburos

Según la firma de investigación y asesoría Suite 600 “Combustibles en República Dominicana: presente y futuro”, la demanda total de combustibles en República Dominicana, durante el año 2016, fue de 64.5 millones de barriles de crudo, incluyendo el equivalente a barriles de petróleo en consumo de carbón mineral utilizado para la generación eléctrica.

Como se observa en *Figura 1*, la demanda de energía ascendió de 4,531.3 kTep (Toneladas Equivalentes de Petróleo) a 5,305.5 kTep en el periodo 2005 - 2015, mostrando una tendencia de crecimiento constante a una tasa promedio anual acumulada de 1.53% en los últimos diez (10) años (OLADE, 2016, p.29).

Entre los sectores de mayor incidencia en este comportamiento se encuentra el transporte, la industrial y residencial, que aun cuando no necesariamente han

mostrado las tasas promedio anual de mayor crecimiento, si tienen una gran relevancia en la demanda total de energía.

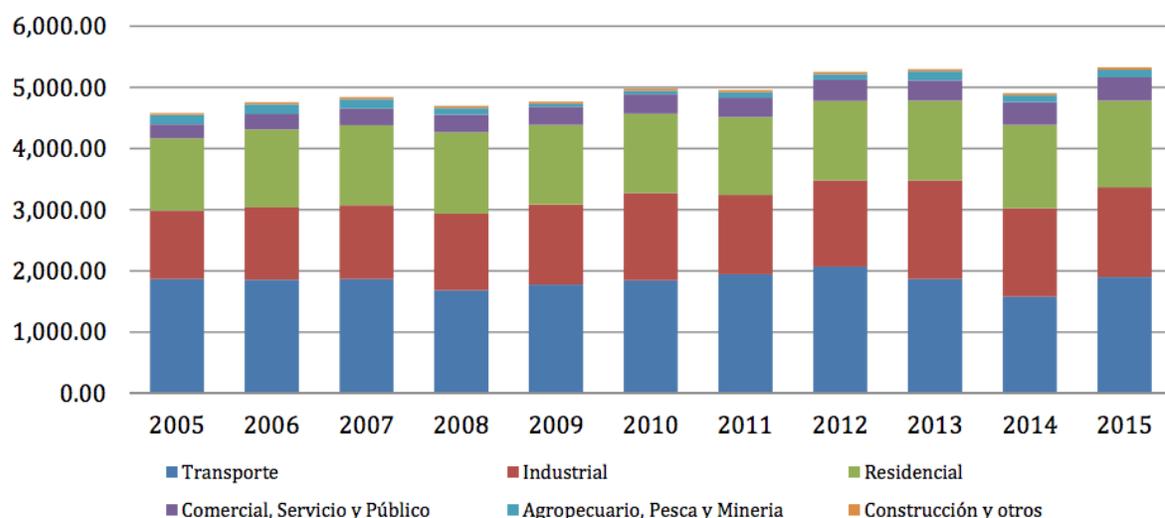


Figura 1. Demanda de energía por sector de consumo en República Dominicana
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

En República Dominicana, el incremento de la demanda de combustibles derivados del petróleo (energía secundaria), tal como se presenta en la *Figura 1*, en el 2016 fue de 3.5 millones de barriles respecto al 2015, lo que equivale a 5.8%, cifra que, según la firma de investigación y asesoría Suite 600, está en consonancia con el crecimiento de la economía del 6.2%, dado a conocer en por el Banco Central.

Sin embargo, durante el 2015, tal como se observa en la *Figura 2*, la oferta de energía primaria registró un decrecimiento de aproximadamente 13.70% comparado con el año anterior debido al mantenimiento y recuperación de capacidad realizados durante el primer trimestre del 2015 a la Refinería Dominicana de Petróleo, el cual produjo una caída de las importaciones de petróleo.

De igual forma, la *Figura 2* expone como la oferta total de energía primaria (aquella energía obtenida de forma natural) en los últimos dos quinquenios ha presentado cambios significativos a nivel general dado que se ha observado la disminución de la participación del petróleo y la relevancia que han adquirido fuentes como el gas natural y el carbón mineral.

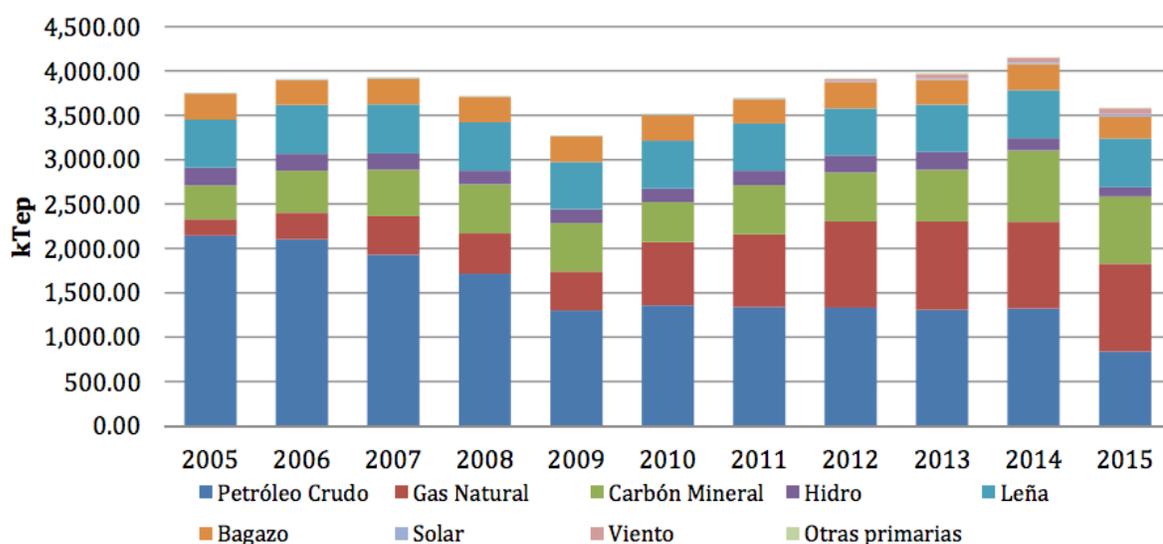


Figura 2. Oferta de energía primaria en República Dominicana
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

Por otro lado, la oferta total de energía secundaria (aquella que es consumida después de un proceso de transformación industrial del recurso energético primario) ha alcanzado los 7,203.94 kTep, el valor más elevado en la última década, exponiendo una tasa de crecimiento anual de 1.06% desde 2005.

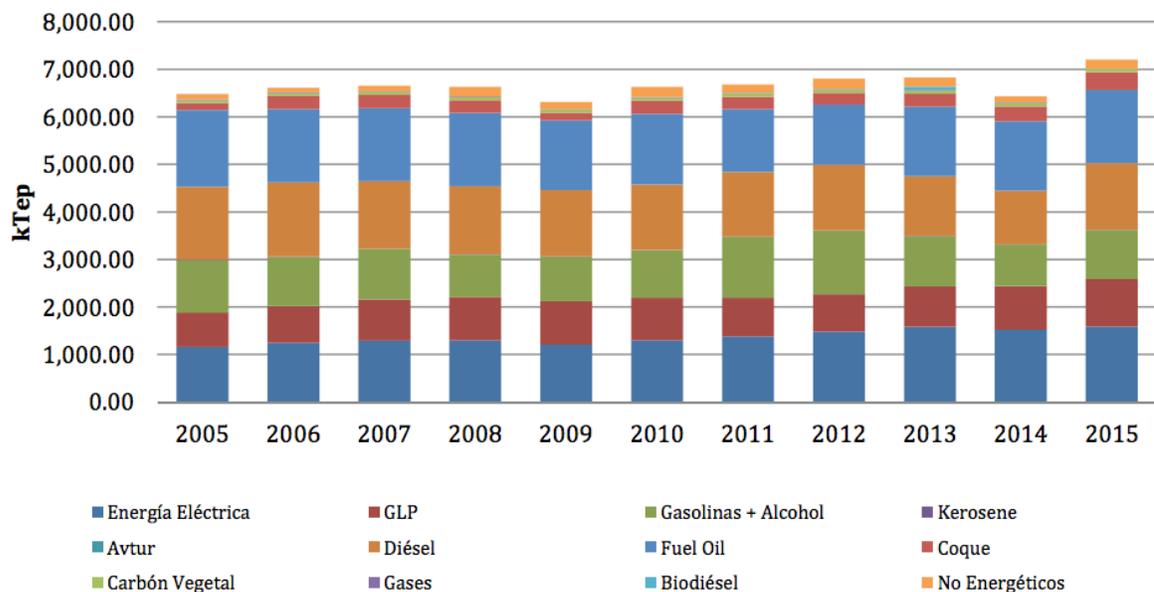


Figura 3. Oferta de energía secundaria en República Dominicana
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

Dicho aumento fue, por un lado, debido el cese de las importaciones de petróleo y, por otro lado, el crecimiento de la oferta eléctrica y de GLP que en el 2015 experimentaron aumentos de 431.02 kTep respecto al 2005. Asimismo, el fuel oil, el diésel oil y la electricidad mantienen una tendencia hacia la baja a una tasa promedio de 0.47% y 0.92%, debido a las nuevas opciones que han penetrado en el mercado, fruto a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo y la búsqueda de alternativas menos riesgosas y de menor costo como el caso del GLP y Gas Natural.

Cuando se compara los resultados del año, comparado con los del 2014, la conclusión resultante es que la demanda del 2015 fue superior a la del año anterior. Este crecimiento hay que atribuirlo al aumento de la demanda del diésel, gasolina y gas licuado de petróleo, las cuales en términos absolutos mostraron variaciones de 194.63, 138.37 y 90.39 kTep en comparación al 2014 (OLADE, 2016, p.40).

Por otro lado, durante el año 2015, como se aprecia en la *Figura 4*, la oferta presentada en torno a los combustibles derivados iba de la mano con la demanda nacional, los cuales representaron el 71.81%. En cambio, la electricidad representó el 22.03%.

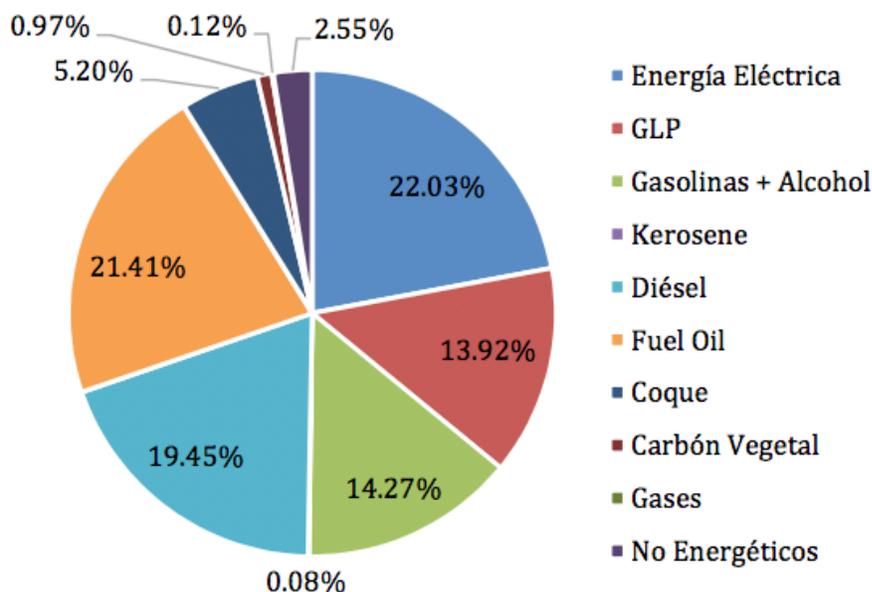


Figura 4. Oferta de productos derivados del petróleo en República Dominicana
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

En ese sentido, si se compara con la *Figura 5*, al analizar los datos por sector de consumo se observa que transporte, industrial y residencial, son los que realizan los mayores requerimientos energéticos, con participaciones de 35.64%, 27.56% y 26.52% respectivamente (OLADE, 2016, p.41).

Asimismo, el sector transporte registró una demanda de 1,898.39 kTep, y, como viene ocurriendo desde hace unos años tres fuentes concentran casi el cien por ciento de uso de energético en este sector. Esto es, gasolina el 45.40%, diésel el 30.83% y el GLP el 22.36%.

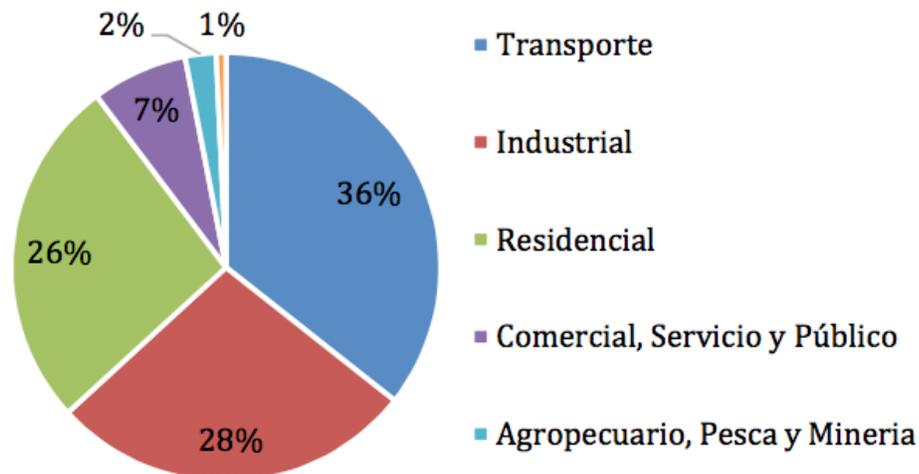


Figura 5. Demanda por sectores de consumo República Dominicana, finales 2015
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

1.1.2 Importaciones de hidrocarburos

Para exponer correctamente el alcance de las importaciones de hidrocarburos en República Dominicana, hay que comprender uno de los acuerdos más importantes que permitió la estabilización de la oferta dada la gran demanda de combustibles en el país. Dicho acuerdo fue el de Petrocaribe, el cual establece una alianza estratégica entre algunos países del Caribe con Venezuela basada en la eliminación de todos los intermediarios de compra y venta de hidrocarburos para solo intervenir las entidades gubernamentales.

La iniciativa por parte del Gobierno de Venezuela lleva como objetivo una alianza que consiste en que los países caribeños compren el petróleo venezolano en condiciones de pago preferencial. Esta alianza fue lanzada en junio de 2005 por Hugo Chávez. El acuerdo permite que las naciones del Caribe compren hasta 185.000 barriles de petróleo por día. Desde el inicio de este acuerdo energético, Venezuela ha financiado la construcción de refinerías, patios de tanque, oleoductos y plantas hidroeléctricas en algunos países miembros como Cuba y Nicaragua.

En la República Dominicana en el año 2015, el volumen importado ascendió a unos 45.37 MM vals que al compararlo con el anterior nos da una tasa de variación de 12.2%. El 54.2% de dichas importaciones corresponden a combustibles que se utilizan en la producción de electricidad y en uso final en los sectores residencial, industrial, comercio/servicio y público, entre otros.

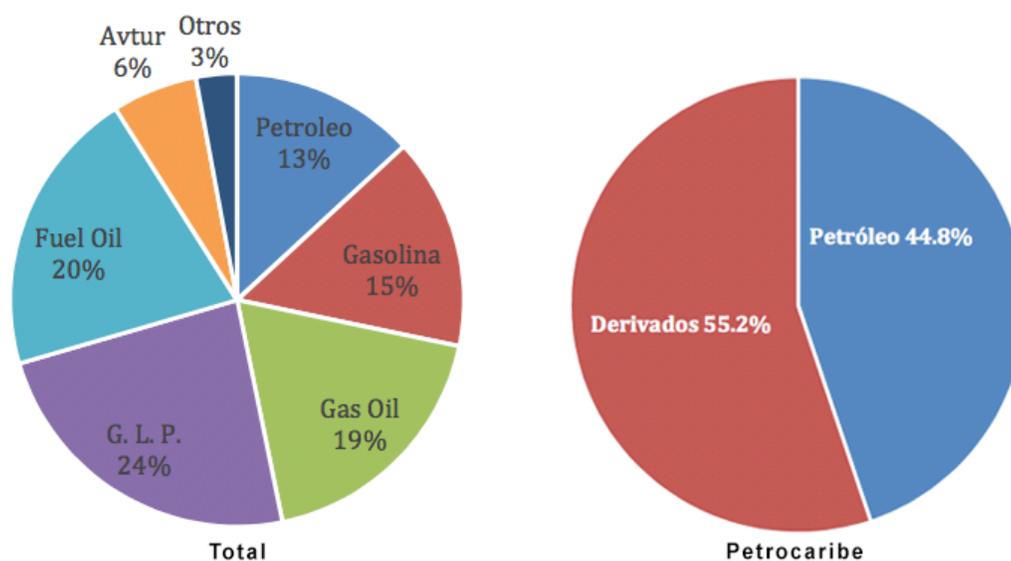


Figura 6. Importaciones totales vs importaciones bajo el acuerdo PETROCARIBE en el 2015
Fuente: Banco Central de la República Dominicana, Ministerio de Hacienda, 2016

En ese momento, la inestabilidad afectó los mercados energéticos y la crisis financiera del 2009 se sintió menos en el país en el saldo de la balanza de pagos y la disponibilidad de divisas para sufragar la canasta de combustible importada gracias al acuerdo de PETROCARIBE patrocinado por Venezuela en el 2005.

1.1.3 El GLP en el mercado de hidrocarburos

El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es un combustible gaseoso ampliamente utilizado a nivel mundial proveniente del proceso de destilación del petróleo crudo, lo cual hace que se clasifique como una fuente de energía secundaria. Este además posee

una amplia gama de ventajas comparados con los demás combustibles disponibles en el mercado. Entre estas se pueden mencionar: el bajo nivel de impacto ambiental, el bajo costo, la gran capacidad calorífica, el fácil manejo y su versatilidad. Es un combustible limpio, lo que permite una mayor durabilidad de sus artefactos a gas y motores de su vehículo.

En todo el territorio dominicano, según el Ministerio de Industria y Comercio existen más de 1,000 estaciones que sirven combustibles líquidos y unas 1537 que sirven combustibles gaseosos, esto proporciona una buena cobertura en el suministro, principalmente del GLP. Sin embargo, las estaciones de expendio de GLP (gas licuado de petróleo) son exclusivas para este tipo de combustibles y no permiten actualmente la venta de combustibles líquidos (OLADE, 2016, p.89).

Asimismo, las empresas Texaco, Total y Martí, según el rango de 2016, ocupan los tres primeros puestos entre las empresas de mayor participación en el mercado de hidrocarburos en el país, donde se destaca que, dentro del mercado del Gas Licuado de Petróleo (GLP), el consumo para el transporte (GLP-auto) es el que más creció por su posicionamiento preferencial como combustible alternativo al uso de las gasolinas.

Por otro lado, tal como se observa en la *Figura 7*, es evidente que el producto GLP derivado del petróleo ha sufrido un incremento considerable en los últimos 15 años, lo cual es un indicador que va acorde a la creciente demanda por parte de los usuarios.

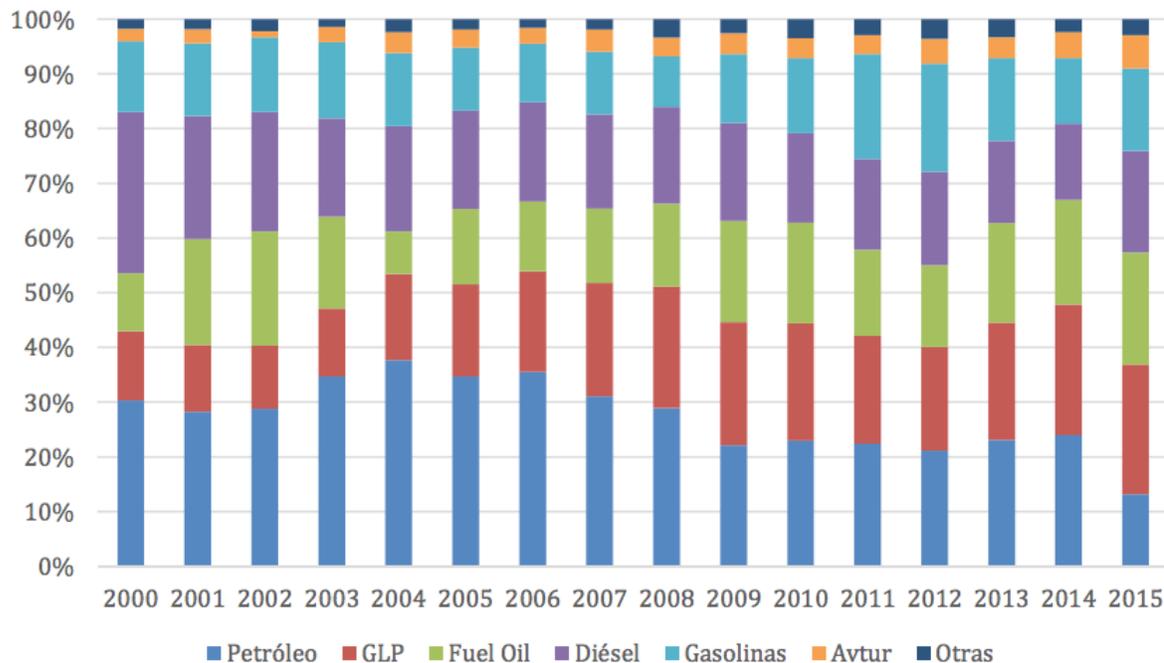


Figura 7. Evolución porcentual de las importaciones de petróleo y derivados
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

Asimismo, en el caso de las estaciones de expendio de gas licuado de petróleo (GLP), la proliferación nacional de esta comercializadoras de combustibles ha experimentado un crecimiento considerable, pasando de 438 estaciones en el 2005, a 1,537 estaciones en el 2016, para un crecimiento de 250%.

Como se puede observar en la *Figura 8*, en todo el territorio nacional existen 1,537 estaciones de GLP, concentrándose mayormente en la zona del gran Santo Domingo y la parte central del Cibao.

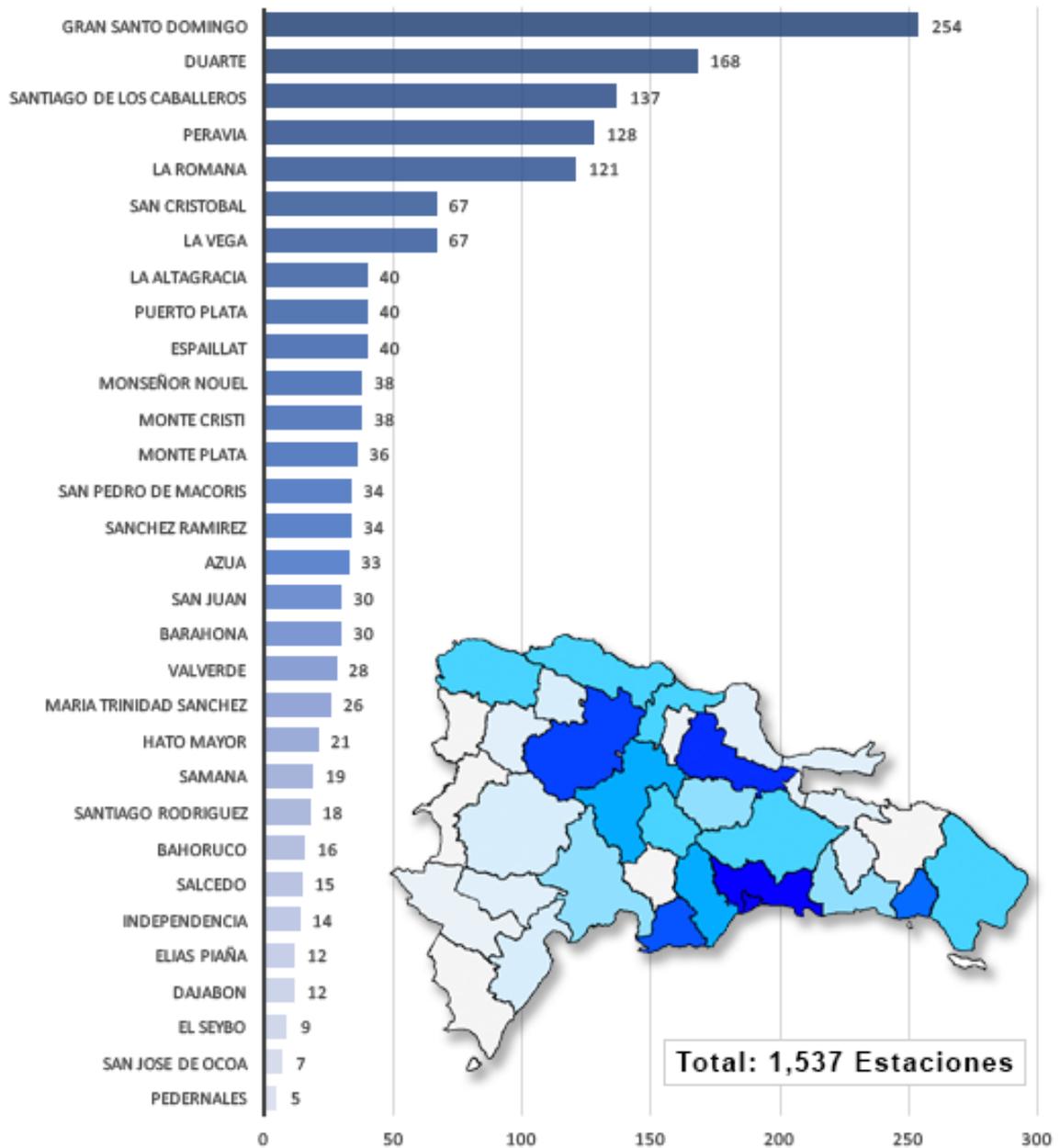


Figura 8. Número de estaciones de GLP por provincia (2016).
Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Industria y Comercio R.D.

Lo anterior demuestra el gran crecimiento experimentado en la venta en el mercado interno de este hidrocarburo, expresado en unos 10.78 millones de barriles en el 2015; aproximadamente 1.241 MM de galones por día.

1.1.4 Estadísticas relacionadas al consumo de GLP en Santo Domingo, R.D.

El 87.7% del consumo final de gas licuado de petróleo (GLP) se concentra en dos sectores, residencial (45.1%) y transporte (42.7%). El 12.3% del consumo restante, se distribuye entre industrias, construcciones, comercio/servicio y público (OLADE, 2016, p.102).

En ese sentido, debido a la gran demanda por parte del sector transporte, es preciso exponer un análisis que considere el parque vehicular de República Dominicana. En el 2004, este alcanzaba cifras de 1,746,756 vehículos y progresivamente ha incrementado a unos 3,612,964 para finales del 2015, denotando un incremento constante en base a una tasa promedio de 6.83%, para dicho periodo (OLADE, 2016, 154). Este sector, como se observa en la *Figura 9*, ha mantenido un crecimiento moderado de la demanda respecto al parque vehicular, presentando una tasa anual acumulada de 0.57%.

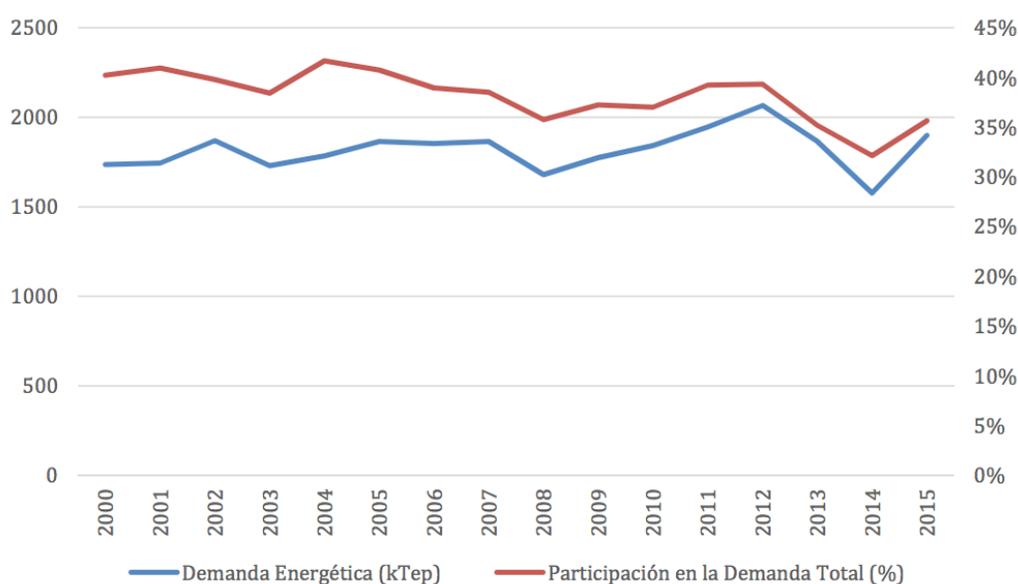


Figura 9. Demanda y participación del sector transporte en República Dominicana
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

De igual manera, de acuerdo a la *Figura 10*, toda la energía consumida en transporte se abastece por cinco fuentes básicas. La principal fuente es gasolina, seguida por gasoil, GLP, gas natural y electricidad en orden descendente (OLADE, 2016, p.154).

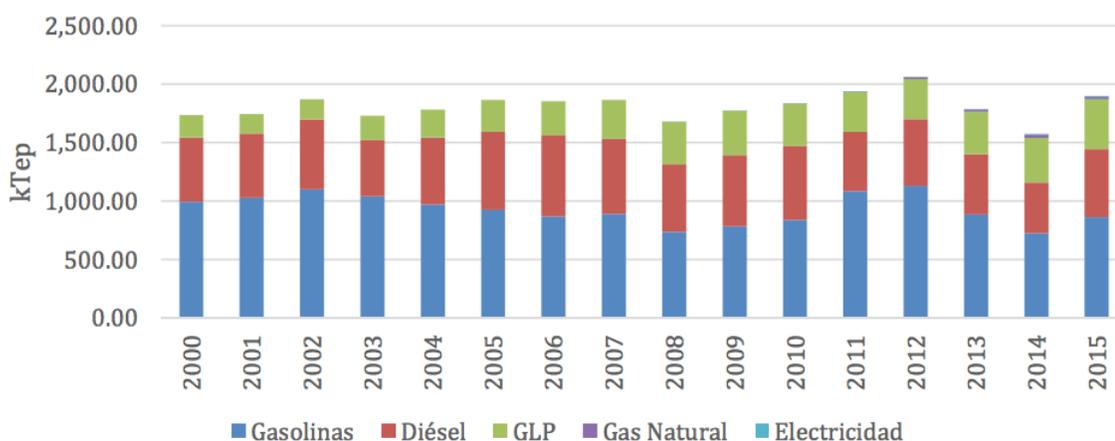


Figura 10. Demanda del sector transporte por tipo de combustible
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

También, el parque vehicular de la República Dominicana, ha mostrado una fuerte expansión presentando un crecimiento casi exponencial en lo que se refiere al número de unidades y a la cantidad de vehículos convertidos a GLP, y Gas Natural en menor proporción.

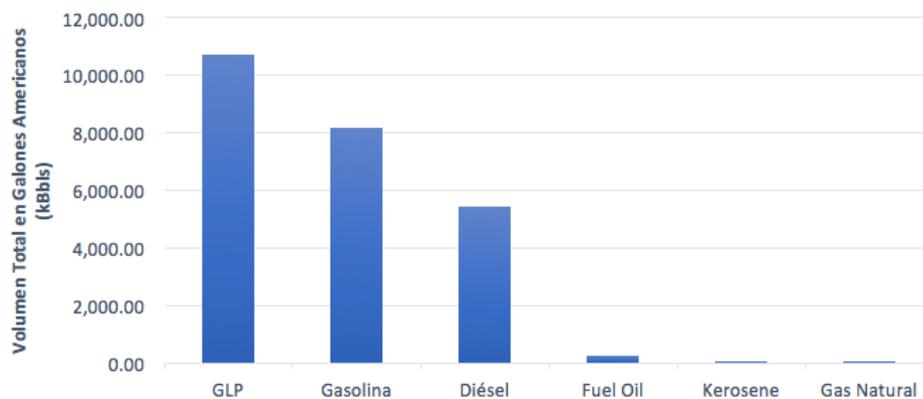


Figura 11. Consumo final de hidrocarburos por el sector transporte, 2015
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

Por otro lado, el Gas Licuado de Petróleo (GLP) representa el 33.8% del total del consumo residencial y tiene tres usos fundamentales en los hogares dominicanos. Estos usos son cocción con un 95.9% (447.25 kTep), calentamiento de agua 3.4% (16.16 kTep) y 0.7% (3.27 kTep) correspondiente a iluminación.

La relevancia del uso de GLP en la cocción se debe a su alto poder calorífico y bajos precios, lo que lo convierte en el combustible más utilizado para estos fines en el país. En otro orden, el calentamiento de agua con este combustible se da por el uso de calentadores de agua que usan GLP.

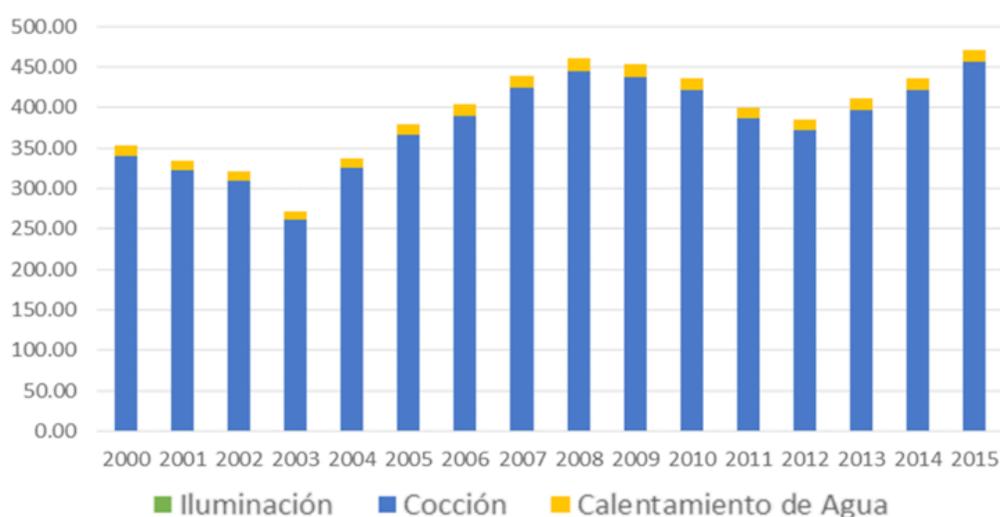


Figura 12. Tipos de consumos del GLP el sector residencial
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

En los hogares urbanos se consume el 79% (369.83 kTep) del total de GLP, mientras que en los rurales se consume el 21% (96.55 kTep). La mayoría de los hogares urbanos usan este combustible para la cocción, con excepción de los hogares de ingresos más bajos (OLADE, 2016, p.165). Según IX Censo de Población y Vivienda 2010 - República Dominicana el 86% (2,307,368) de los hogares poseen estufas de GLP.



*Figura 13. Estufa de GLP y tanques domésticos utilizados para cocción
Fuente: Propia*

1.2 Principales actores y organismos reguladores relacionadas con la adquisición, distribución y venta de GLP

La cadena de actividades del subsector Hidrocarburos en el país está integrada principalmente por: Importación, refinación, almacenamiento, distribución y comercialización. Estas actividades son dirigidas, reglamentadas y fiscalizadas por varias instituciones estatales de acuerdo a las leyes y normativas vigentes. En la actualidad las instituciones estatales que inciden de manera particular en el sector presentan una dispersión significativa, que impide y/o dificulta severamente el desarrollo del subsector de hidrocarburos, son entre otras:

- El Ministerio de Industria, Comercio y Mipymes (MICM) a través del departamento de Comercialización de Combustibles y la Dirección General de Normas
- El Ministerio de Hacienda a través de la Dirección de Fiscalización y la Dirección General de Aduanas

- El Banco Central de la República Dominicana a través de su Departamento Internacional
- La Comisión Nacional de Energía (CNE) a través de la Dirección De Hidrocarburos
- La Superintendencia de Electricidad (SIE) a través de su Dirección de Hidrocarburos
- Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL)
- Refinería Dominicana de Petróleos (REFIDOMSA)
- Ministerio de Medio Ambiente
- El Ministerio de Energía y Minas (MEM)
- Minera FALCONBRIDGE
- Distribuidores e importadores privados como Grupo Propagas, Coastal, Martí PG, AES Dominicana

La definición de los límites de las funciones de cada institución es compleja y constantemente se deben hacer adecuaciones en este esquema interinstitucional. En ese sentido, considerando exclusivamente las entidades vinculadas directamente con el GLP, se presentan las siguientes:

1.2.1 Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL)

A principios de 1978 se comienza a organizar la DIGENOR, bajo la asesoría del Instituto Dominicano de Tecnología Industrial (INDOTEC). En junio de ese mismo año se nombra el primer Director General de la institución y en octubre se produce el ingreso a la Organización Internacional de Normalización (ISO), lo que asegura

la participación de la República Dominicana en los trabajos de la Normalización Internacional.

Luego, mediante la ley 166-12 de julio de 2012: Sistema Dominicano para la Calidad, SIDOCAL, en el Artículo 38, se crea al Instituto Dominicano para la Calidad, INDOCAL, en sustitución de la Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad (DIGENOR).

Hoy en día el INDOCAL, autoridad nacional responsable de la normalización y de la metrología Legal, Industrial y Científica en la República Dominicana, es componente estructural fundamental del Consejo Dominicano para la Calidad, CODOCA; adscrita al Ministerio de Industria y Comercio MIC, descentralizada, de Derecho Público, con personería jurídica, patrimonio y fondos propios, con autonomía administrativa, económica, financiera, técnica y operativa, con sede central en la ciudad de Santo Domingo y competencia a nivel nacional.

Como organismo normalizador INDOCAL, tiene como finalidad organizar las actividades de elaboración, adopción, armonización, aprobación, oficialización, publicación y divulgación de las normas técnicas, con miras a facilitar el comercio y el desarrollo industrial y servir de base a los Reglamentos Técnicos.

En lo que respecta a la metrología reside en desarrollar y diseminar la exactitud de los patrones nacionales de medición del país, así como la verificación, la calibración y la certificación de los instrumentos de medición, para esto cuenta con los Laboratorios de Flujo, Masa, Temperatura y Mediciones Eléctricas, entidades que

reúnen las competencias necesarias para determinar el funcionamiento de esos equipos e instrumentos.

También, bajo el contexto del comercio de GLP, INDOCAL se dedica principalmente al servicio de verificación de calibración, el cual consiste en realizar las verificaciones y certificaciones de balanzas, metros de GLP, surtidores, entre otros, a través del Departamento de Metrología. Asimismo, parte de sus tareas es velar porque las empresas contratistas cumplan con las leyes, normas y reglamentos establecidos en la República Dominicana. Que estas procuren la realización de pruebas físicas a los tanques de combustible según sea su uso y tiempo.



*Figura 14. Sello de calidad INDOCAL, colocado en uno de los instrumentos de medición de GLP
Fuente: Propia*

Finalmente, como se observa en la *Figura 14*, la institución también otorga y renueva el sello de Calidad INDOCAL, realiza auditorias de calidad, elabora normas nacionales, entre otros.

1.2.2 Refinería Dominicana de Petróleo - Refidomsa PDV S.A.

Con el objetivo de obtener la energía secundaria a partir del crudo del petróleo, es necesario un proceso de refinamiento. Para ello existen las refinerías de petróleo, las cuales son un complejo industrial donde el petróleo o crudo pasa por una serie de procesos con el fin de refinarlo y obtener derivados comercializables con fines energéticos.

La Refinería Dominicana de Petróleo, S.A (REFIDOMSA-PDV), actualmente, propiedad del Estado Dominicano en un 51% y el restante 49% propiedad de PDV Caribe, comenzó oficialmente sus operaciones el 24 de febrero de 1973. En comparación con otras refinerías, REFIDOMSA es relativamente reciente en el área Latinoamericana y Norteamericana y fue diseñada con los últimos adelantos de su época (OLADE, 2016, p.97).



*Figura 15. Vista de REFIDOMSA
Fuente: REFIDOMSA-PDV, 2016*

Esta procesadora de crudos, tiene una capacidad de refinación de 32,000 barriles por día. En los últimos siete años, la entrada de crudo ronda los 9.2 millones de barriles por año. Las informaciones suministradas en el año 2015, por el área de proceso, presentan la carga de crudo de 16.3 kbbbl/día, para una producción de 3.7 kbbbl/día de Gasolinas (23.5 %), 4.2 kbbbl/día de Diesel (27.2 %), 3.0 kbbbl/día de Keroavtur (19.6 %), 4.2 kbbbl/día de Fuel Oil (27.2 %), 0.2 kbbbl/día de Gas Licuado de Petróleo (GLP) (1.4 %), en relación al petróleo crudo ingresado al proceso (OLADE, 2016, p.97).

Como se observa en *Figura 16*, en el caso de la Refinería Dominicana de Petróleo (REFIDOMSA), se trata de una refinería con un proceso simple, de apenas cuatro operaciones básicas, cuyo costo de refinación del barril de crudo, de acuerdo a informaciones suministrada por ejecutivos de la empresa, ronda los US\$5.00/Bbl, en promedio.

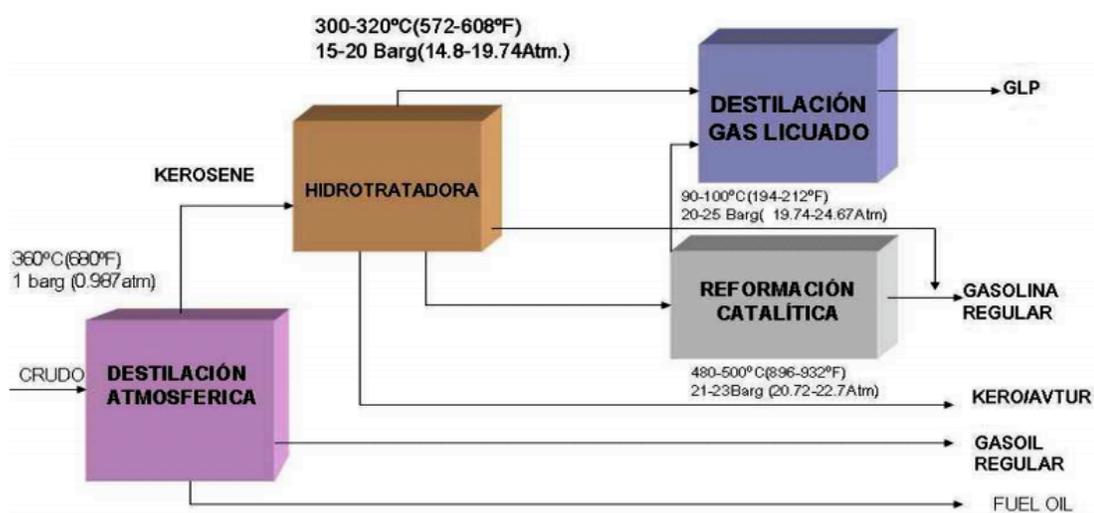


Figura 16. Proceso de refinación de crudo aplicado por REFIDOMSA
Fuente: REFIDOMSA S.A., 2014

Adicionalmente, la refinería recibe el crudo desde la comunidad de Nizao, provincia Peravia, a través de un oleoducto. Se reciben productos terminados (como la gasolina Premium) y semi-terminados, entre 15 y 17 millones de barriles por año. El combustible para aviación, REFIDOMSA solo importa Jet-Fuel (JET-A1), al igual que las empresas privadas ESSO y SUNIX también importan JET-A1 y AVGAS, mientras que el AVTUR es importado por ESSO.

Por otro lado, como se puede apreciar en la *Tabla 1*. Ranking según impuestos al consumo, 2016 REFIDOMA figura como el mayor contribuyente impositivo en República Dominicana, superando con un 53% los mayores sectores comerciales a nivel general, como se ve en la *Figura 17*.

Posición	RNC	Razón Social	Actividad Económica
1	114000325	Refinería Dominicana de Petróleo S A	Fabricación de Productos de la Refinación del Petróleo
2	101001161	Cervecería Nacional Dominicana S A	Elaboración de Bebidas Alcohólicas
3	105000067	Brugal & CO S A	Elaboración de Bebidas Alcohólicas
4	102018871	Philip Morris Dominicana S A	Elaboración de Productos del Tabaco
5	101001577	Compañía Dominicana de Teléfonos S A	Comunicaciones
6	130785767	Esso Standard Oil SRL	Comercio
7	101776082	Coastal Petroleum Dominicana S A	Comercio
8	101618787	Altice Hispaniola S A	Comunicaciones
9	101001941	Seguros Universal S A	Intermediación Financiera, Seguros y otros.
10	124008875	Swissport Dominicana S A	Servicios de manejadora y/o Representante de aerolíneas

Tabla 1. Ranking según impuestos al consumo, 2016
Fuente: Dirección General de Impuestos Internos, República Dominicana

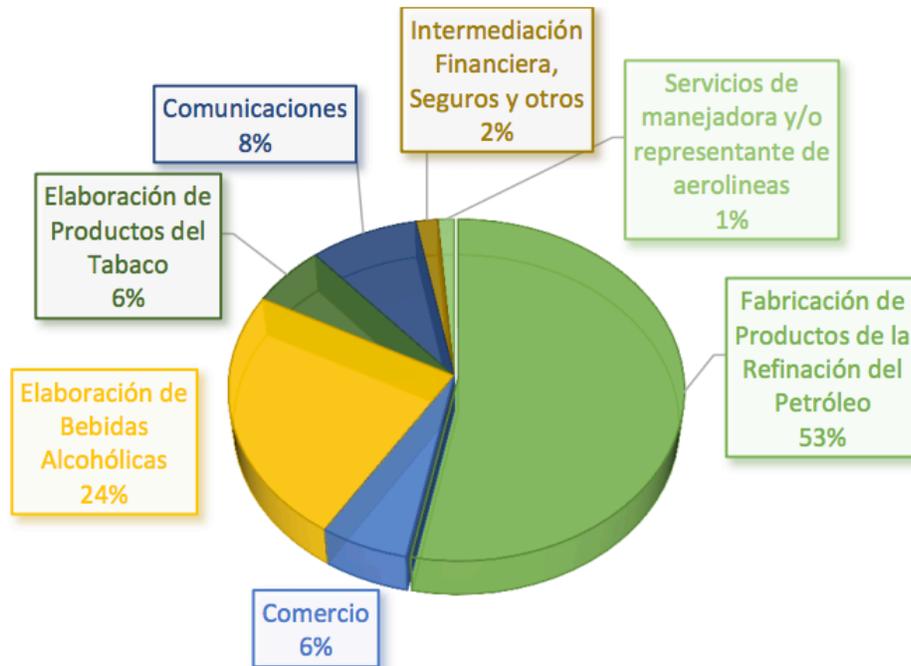


Figura 17. Monto de impuestos al consumo pagado según actividad económica mayorista
Fuente: Dirección General de Impuestos Internos, República Dominicana

1.2.3 El Banco Central de la República Dominicana

A través de su Departamento Internacional da un seguimiento a los mercados internacionales del sector, así como registro de informaciones estadísticas. Este se apoya en los departamentos de Sistema y Tecnología y conjunto al de Contraloría.

Adicionalmente, este realiza diariamente el cálculo preliminar de la tasa de cambio promedio ponderada del mercado privado de divisas (bancos comerciales y agentes de cambio), para ser utilizado como base en el proceso de establecer la tasa de cambio de compra y venta de dólares del Banco Central.

Asimismo, este departamento participa en las negociaciones de la deuda pública externa dominicana ante el Club de París, formando parte de la misión negociadora y aportando las cifras de soporte preparadas para estos fines.

1.2.4 El Ministerio de Hacienda

El Ministerio de Hacienda es una dependencia de la Presidencia de la República Dominicana, creada en el año 1844. Este organismo es responsable de elaborar, ejecutar y evaluar la política fiscal, que comprende los ingresos, los gastos y el financiamiento del sector público, asegurando su sostenibilidad en el marco de la política económica del Gobierno y la Estrategia Nacional de Desarrollo.

Mediante la Dirección de Fiscalización y la Dirección General de Aduanas se encargan de tener un registro y seguimiento de las importaciones y uso de los combustibles a nivel nacional con énfasis en lo relacionado a las exenciones impositivas para los agentes del mercado eléctrico que disfrutaban de estos beneficios.

Entre sus principales funciones están:

- Dirigir la política fiscal del Gobierno y sus componentes: ingresos, gastos y financiamiento, garantizando que sea sustentable en el corto, mediano y largo plazo.
- Dirigir el proceso de formulación del Presupuesto General del Estado, la coordinación de su ejecución, que incluye la programación de la ejecución y las modificaciones presupuestarias, así como su evaluación.
- Dirigir la administración financiera del sector público no financiero y sus sistemas relacionados, a través de los sistemas de presupuesto, tesorería, crédito público, contabilidad gubernamental, contrataciones públicas y administración de bienes muebles e inmuebles del Estado.

- Elaborar y proponer la legislación de los regímenes tributario y aduanero, así como velar para que los mismos operen en un marco de legalidad, eficiencia y transparencia.
- Formular políticas que tiendan a la contención del gasto y al mejoramiento del resultado fiscal, así como a mejorar la eficacia, eficiencia y calidad del gasto público.
- Aprobar la política de contrataciones públicas de bienes, obras, servicios y concesiones y velar por su adecuada ejecución y transparencia.
- Regular y conducir los procesos de autorización, negociación y contratación de préstamos o emisión y colocación de títulos y valores, así como dirigir y supervisar el servicio de la deuda pública.
- Elaborar y publicar en forma periódica los estados presupuestarios, financieros y económicos consolidados del Gobierno Central y de las demás instituciones que conforman el Presupuesto General del Estado.
- Ordenar y otorgar las licencias respectivas a todos los juegos de azar, tales como la lotería nacional, sorteos, rifas benéficas, casinos y establecimientos de juegos de azar, máquinas tragamonedas y otros juegos electrónicos, bingos y cualquier otra manifestación de los mismos, e inspeccionar el cumplimiento de las normativas relativas a dichas actividades.

1.2.5 Ministerio de Industria, Comercio y Mipymes (MICM)

La Dirección de Hidrocarburos es la responsable de formular las políticas del mercado de los combustibles, el cálculo y determinación de los precios de los

derivados del petróleo, conforme a las variaciones de los precios internacionales de los carburantes y de la tasa de cambio del dólar estadounidense.

También asume el control y la supervisión de la aplicación de las políticas, normas, regulaciones y disposiciones que rigen dicho mercado, asegurando que las transacciones y actividades se ejecuten a los precios y dentro de las normas de calidad y seguridad establecidas.

Como parte del Ministerio de Industria y Comercio (MIC), procura garantizar a la ciudadanía un abastecimiento de combustibles permanente, seguro y confiable, con eficiencia y calidad, apoyada en eficaces mecanismos de control, alta tecnología y recursos humanos calificados.

Planifica y dirige las estrategias y políticas para el sector de combustibles (Gas Natural, GLP, Gasolina, Gasoil), sus precios y permisos, así como el cumplimiento de políticas y normas establecidas para la distribución y comercialización de combustibles en el país, siendo esto último el objetivo general de ésta Dirección.

De la Dirección de Hidrocarburos se desprenden tres (3) áreas, y otras dependencias que trabajan para el buen funcionamiento de la Dirección.

1.2.5.1 Departamento de Tramitación de Permisos

Este Departamento se encarga de coordinar el proceso de permisos y licencias para el almacenamiento, distribución y venta de los combustibles, con el objetivo de contribuir con el desarrollo del sector y el fácil acceso a compra de los consumidores.

Entre sus funciones principales están:

- Organizar el proceso de entrega de permisos y licencias de distribución, comercialización de Gas Natural, GLP, Gasolina a nivel nacional.
- Coordinar el cumplimiento de políticas, regulaciones y normativas establecidas para la industria de combustible nacional, a través de la revisión y análisis de documentación presentada por clientes interesados en el sector y la coordinación de la tramitación de los permisos y licencias.
- Llevar registro y control de tramitación, permisos y licencias en procesos y otorgados y coordinar inspecciones y evaluaciones, con el departamento de Inspecciones de Calidad, para validar cumplimiento de normas.
- Preparar la evaluación de la documentación e informaciones suministradas por interesados en el negocio de combustible, haciendo levantamiento de información en campo, validando datos y variables que determinan la factibilidad de permisos y licencias.
- Coordinar la definición y revisión de normas de combustibles, a través de las instituciones autorizadas y vinculadas, con el fin de contar con los insumos necesarios para otorgar permisos y licencias.

1.2.5.2 Departamento de Análisis y Precios

Este Departamento coordina el proceso de análisis de variables económicas y financieras para determinar los precios de los combustibles, cumpliendo con regulaciones nacionales y normas internacionales. Entre sus funciones principales están:

- Coordinar la realización de estudios del comportamiento de las variables económicas que inciden en los costos de comercialización de los combustibles, para establecer los márgenes adecuados, acordes a la realidad del mercado de combustibles.
- Realizar informes sobre estadísticas de los precios de referencia internacional del petróleo crudo, así como de los productos derivados del petróleo.
- Coordinar la elaboración de las estadísticas de las importaciones de combustibles por compañía importadora; estadísticas de producción local y ventas nacionales de los combustibles, y evaluar el resultado de los mismos.
- Coordinar el proceso de análisis, registro y control de los resultados de los acuerdos suscritos por el Estado con otros países en el área de combustibles.

1.2.5.3 Departamento de Inspección y Control de Calidad

Este departamento, tiene como objetivo general coordinar el proceso de control de calidad para la comercialización y transporte de combustibles, cumpliendo con normativas establecidas.

Funciones principales:

- Programar la fiscalización del cumplimiento de las normas técnicas y de seguridad a las unidades transportadoras de combustibles y a las empresas generadoras de electricidad.
- Desarrollar e implementar programas de promoción y difusión de las políticas de calidad y regulaciones del transporte, almacenamiento y comercialización de Combustibles.

- Organizar el proceso de análisis de procedimientos que implementan los distribuidores y comercializadores de combustibles, así como la verificación e inspección del cumplimiento de normas y regulaciones establecidas.
- Coordinar la evaluar de los informes de las inspecciones realizadas, como base para el otorgamiento o renovación de las licencias de operación y la aprobación de exención impositivas, haciendo recomendaciones de acuerdo a resultados de evaluación.
- Llevar registro y control del mercado de combustible nacional, así como las estadísticas de estaciones establecidas para la distribución y comercialización de Gas Natural, GLP, Gasolina.

1.2.6 Ministerio de obras públicas y comunicaciones (MOPC)

A través de la Dirección Oficina Central de Tramitación de Planos, el ministerio otorga el documento oficial que avala y permite la instalación y construcción de las estaciones de gasolina y envasadoras de gas. Cabe destacar que los permisos de enterramiento de tanques son previos a la emisión de las licencias de construcción para las edificaciones de las estaciones y envasadoras. Dicho permiso va dirigido al sector construcción público o privado, así como, cualquier ciudadano o empresa que decida instalar una estación de gasolina o una envasadora de gas o GLP.

En ese sentido, el ministerio se reserva el derecho de emitir dicho documento; en ningún caso la licencia de construcción será obligatoriamente otorgada (aun sean concedidos los permisos de los Ayuntamientos o del Ministerio de Industria y Comercio) sin los cumplimientos de todas las leyes y demás reglamentos y normas del MOPC.

El trámite del documento consiste en la obtención de la correspondiente licencia o permiso para construir una estación de gasolina (incluyendo el permiso para el enterramiento de tanques) o una envasadora de gas (GLP, propano o natural); previo haber sometido los planos y requisitos estipulados en las leyes dominicanas, para la aprobación de dichos documentos demostrando las calidades legales y físicas para tramitación de los mismos.

El interesado debe mostrar calidad legal mediante la presentación de los documentos que certifican la propiedad del terreno donde se construirá, así como, los correspondientes permisos otorgados por las instancias oficiales que regulan esta actividad, mostrar calidad técnica mediante la presentación de los planos arquitectónicos, técnicos y cálculos estructurales requeridos para la construcción y pagar los impuestos establecidos para este tipo de construcción

1.2.7 Importadores, distribuidores y envasadoras del sector privado

La distribución de los combustibles en el país se realiza mediante estaciones de servicio destinadas mayormente a la comercialización de combustibles líquidos, en ocasiones algunas también ofrecen gas natural; las estaciones de gas licuado de petróleo (GLP) son exclusivas para vender solamente este combustible.

Según el estudio “Combustibles en República Dominicana: presente y futuro”, realizado por la firma de investigación y asesoría Suite 600, indica que, durante el 2016, el mercado fue suplido por diferentes empresas ligadas a la importación de combustibles, una perteneciente al sector gubernamental, otras en representación del sector privado.

La Refinería Dominicana de Petróleo importó el 37.8% de la demanda de combustible el pasado año, mientras que el 62.2% del negocio estuvo en las manos del sector privado. Se resalta que en la actualidad la demanda se reparte de forma más generalizada y no depende como en el pasado, exclusivamente del aporte gubernamental (Refidomsa), situación ésta que confiere mayor seguridad y pluralidad en el abastecimiento del mercado.

A continuación, se presenta algunas de las empresas privadas importadoras y distribuidoras de combustibles:

1.2.7.1 AES Dominicana

AES Andrés es una central de regasificación de Gas Natural, propiedad del Grupo AES Dominicana. Esta terminal posee capacidad para recibir 160,000 M³ de GNL (Gas Natural Licuado). Actualmente el factor de utilización de la capacidad instalada, es aproximadamente equivalente al 35%. La terminal de GNL es abastecida por un barco metanero procedente de Trinidad y Tobago de 145,000 m³ de GNL, cada 21 días aproximadamente.

Oficialmente en 2003 fue introducida por la compañía AES en Andrés el Gas Natural (GN) en la matriz energética dominicana, dándose inicio al desarrollo de la Industria del GN en el país. Actualmente el país posee en las instalaciones de AES Andrés un tanque de almacenamiento para gas natural líquido (GNL) de 160,000 metros cúbicos, uno de los más grandes de Latinoamérica, pudiendo recibir barcos de 140,000 metros cúbicos de GNL a razón de uno por semana; aproximadamente se recibe uno cada 21 días.



*Figura 18. Infraestructura de Gas Natural en Boca Chica, República Dominicana
Fuente: CNE, Archivos y documentación de la institución, 2016*

Según datos del SIEN (Información Energética), la generación eléctrica a Gas Natural ha alcanzado alrededor del 30% del total de la matriz de generación del país. La planta metanera de Boca Chica en la actualidad abastece un 72% los consumos propios de AES (Centrales termoeléctricas Andrés y Los Mina); y un 28% suministra los consumos de otras empresas abastecedoras de gas Natural al mercado nacional.

1.2.7.2 Propa-gas - Grupo Propagas

El Grupo Propagas es el resultado del esfuerzo y de las realizaciones concretas de sus impulsores. Está formado por empresas de capital privado de la República Dominicana las cuales figuran Propagas. Propano y Derivados CxA.

Con más de cuatro décadas de servicio en el almacenamiento, distribución y venta de gas licuado de petróleo (GLP), Propa-gas es la empresa líder con más de 30% de participación de mercado, a través de modernas instalaciones operadas bajo

tecnologías de última generación y por un autorizado equipo humano de alta profesionalidad, nuestra empresa ofrece soluciones integrales para la satisfacción de nuestros clientes.



*Figura 19. Vista de una estación de Propa-Gas
Recuperado de: <http://www.equipagascorp.com/>*

Propa-gas se dedica al almacenamiento, distribución y venta al público en general de gas licuado de petróleo (GLP) en toda la República Dominicana, atendiendo la demanda de todos los sectores de la economía nacional: Industrial, Comercial, Turismo (hoteles y restaurantes), residencial (para uso doméstico) y vehicular.

Esta cuenta con más de 90 plantas envasadoras distribuidas en todo el país, y es la pionera en la utilización de metros digitales de absoluta precisión para el expendio de Gas Licuado de Petróleo.

Esta empresa, también ofrece servicio de distribución residencial a domicilio, donde los clientes pueden hacer pedidos a través de un call center. Además, esta cuenta

con una cartera de más de 2,300 pequeños y grandes comerciantes que se benefician de la capacidad de distribución y servicios que ofrece.

1.2.7.3 Coastal Petroleum Dominicana

Coastal Petroleum Dominicana nace en el 1997 de la iniciativa del Grupo Propagas de crear una segunda importadora de hidrocarburos para suplir la demanda nacional. Coastal comenzó sus operaciones bajo el amparo de la, entonces recién promulgada, Ley 112-00 de hidrocarburos que abría las fronteras para la importación de derivados del petróleo.

A través de sus más de 10 años de operación, la terminal ha ido creciendo no sólo su capacidad de almacenamiento, sino con la instalación de equipos de última generación que la han convertido en una de las terminales más grandes y modernas de todo El Caribe con almacenamientos que superan 350 mil barriles de gasolinas, 325 mil barriles de gasoil, 120 mil barriles de avtur y 140 mil barriles de GLP.



*Figura 20. Vista de terminal Coastal Petroleum Dominicana
Recuperado de: <http://grupopropagas.com/coastal/>*

En el área de llenado de camiones cuenta con un sistema totalmente automatizado en sus 4 brazos de despacho de GLP y 5 de productos blancos terminados derivados del petróleo. Asimismo, desde sus inicios, la terminal ha mantenido alrededor del 50% del suministro de combustibles a nivel nacional, principalmente

con el GLP al contar con la preferencia de los mayores distribuidores de este producto en el país. Coastal Petroleum Dominicana se ubica en la carretera, Cumayasa KM 3, el peñón, San Pedro de Macorís, República Dominicana.

1.2.7.4 Tropigas - Martí PG

La historia de Martí comienza en el año 1967, cuando el Sr. Carlos Martí inicia la distribución de gas propano a domicilio en una camioneta, con esfuerzo y entrega, funda su empresa. En el año 1979 adquiere los activos de la compañía Esso Gas, convirtiéndose en uno de los distribuidores mayoristas de GLP en el país y luego más adelante en el 1997 adquiere Shell Gas.

Tropigas cuenta con más de 94 envasadoras de GLP distribuidas estratégicamente en todo el territorio nacional, satisfaciendo las necesidades de clientes tanto del sector doméstico como el sector vehicular y comercial.

La marca Tropigas fue fundada a mediados de los años 50, con su casa matriz en la Florida, E.U.A., y subsidiarias en Centroamérica y el Caribe. Para los años 90 deciden vender el negocio del gas licuado de petróleo (GLP) a nivel internacional atendiendo a nuevas estrategias corporativas de la casa matriz, y es en ese momento cuando Martí adquiere la totalidad de las acciones de Tropigas en la República Dominicana.

Desde ese momento, el Grupo Martí se convierte en el principal distribuidor de dicha marca, y su empresa, en líder del suministro de GLP en el territorio dominicano.



*Figura 21. Vista de planta de Tropigas
Recuperado de: <http://www.tropigas.com.do/nosotros>*

Para ese entonces, la compañía vendía aproximadamente unos 600,000 galones mensuales y tenía ocho camiones. A través del esfuerzo, dedicación y nuevas inversiones, ha logrado un crecimiento extraordinario único en la industria, ocupando el lugar No.1 en el ranking de ventas del país con más de ocho millones de galones mensuales y una flotilla de 155 unidades de vehículos para distribución.

Tropigas cuenta con un Centro de Operaciones construido de acuerdo con las últimas normas internacionales de seguridad y tecnología. Este se encuentra en la Av. Jacobo Majluta, en donde posee una capacidad de almacenaje de más de 500,000 galones para suplir la demanda a nivel nacional.

1.3 Regulaciones y normas relacionadas al expendio de GLP

La comercialización del GLP, comparada con las demás industrias y comercios, requiere ciertas normas y estándares a la hora de importación, distribución, almacenaje y venta final. Entre estas, existen varias leyes, y normativas que regulan dicho comercio en términos de seguridad y técnicas, las cuales se apoyan en los estándares internacionales propuestos por la organización internacional de pruebas y estándares, ASTM.

De igual manera, dichas leyes procuran la correcta distribución impositiva dedicada mayormente al pago de la deuda externa y programas para el fomento del uso de energía alternativa.

1.3.1 Ley Tributaria de Hidrocarburos N° 112-00

La ley 112-00, promulgada el 29 de noviembre del 2000, es básicamente una ley impositiva que a la vez rige el funcionamiento del subsector hidrocarburos y regula la operatividad de toda la cadena desde la importación hasta la adquisición final del combustible por el consumidor, entre otras actividades:

- Establece la libre importación de los hidrocarburos, siempre que cumplan con los requisitos técnicos y financieros. Esta importación puede ser para el consumo propio o de terceros.
- Establece la posibilidad de que cualquier persona física o moral pueda participar en el almacenamiento de combustibles, siempre que cumpla con las especificaciones técnicas y de seguridad establecidas por esta ley.
- Reglamenta la actividad del transporte de los hidrocarburos. Mediante el otorgamiento de una licencia por el MIC para tales fines.
- Establece las reglamentaciones para la operatividad de las estaciones de venta de combustibles.
- Fija un impuesto al consumo de combustibles fósiles, expuesto en el artículo 1.
- Establecer un subsidio al GLP para uso doméstico, que posteriormente fue derogado, al establecerse el Programa Bonogas hogar y chofer.
- Crea un fondo para la promoción de las energías alternativas y el ahorro energético.

- Establecer procedimientos de fiscalización por parte de la Dirección General de Aduanas.
- Establece, mediante un procedimiento y formula, los precios de venta al público de los combustibles, a cargo de MIC.

La calidad de los combustibles es atendida por esta ley que se apoya en las normas internacionales ASTM y en normas locales establecidas la por Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad (DIGENOR), actualmente INDOCAL.

Como se presenta en la *Tabla 2*, el primer artículo de la ley 112-00 expone que toda empresa o persona física que importe o produzca combustible derivado del petróleo deberá incluir un impuesto selecto, fijado en la moneda local, por cada galón americano despachado.

Ley 14-93 Código Arancelario	TABLA 1. COMBUSTIBLES CONVENCIONALES	IMPUESTO RD\$ por galón
2711.12.00/13.00/19.00	Gas Licuado de Petróleo (GLP) Uso Doméstico	0.00
	Gas Licuado de Petróleo: Uso Industrial y Comercial	0.00
2710.00.19	Gasolina Premium	18.00
	Gasolina Regular	15.00
2710.00.41	Kerosene	5.00
	Avtur (Jet A-1 para turbinas de aviación)	1.75
2710.00.50	Gasoil Premium: (FO No. 2, 0.3% azufre). Uso General	6.30
	Gasoil Premium: Uso EGE (Empresas Generadoras de Electricidad)	6.30
	Gasoil Premium: EGP-C	6.30
	Gasoil Premium: EGP-T	6.30
	Gasoil Regular: Uso General	5.00
	Gasoil Regular: EGE (Empresas Generadoras de Electricidad)	0.00
	Gasoil Regular: EGP-C	0.00
	Gasoil Regular: EGP-T	0.00
2710.00.00	Fuel Oil: (FO No.4), Uso General	5.00
	Fuel Oil: Uso EGE (Empresas Generadoras de Electricidad)	0.00
	Fuel Oil: EGP-C	0.00
	Fuel Oil: EGP-T	0.00
	Fuel Oil: Bunker - C	0.00

*Tabla 2. Tabla de impuestos al consumo por galón americano y tipo de combustible.
Fuente: Ley No. 112-00*

En otro orden, los precios vigentes para el cargo por manejo de terminales de combustible están fijadas por la misma ley. Como se observa en la *Tabla 3*, el precio adjudicado para el manejo de terminar por galón americano ha experimentado un crecimiento gradual en varios de los hidrocarburos, sin embargo, debido al subsidio, el GLP se ha mantenido intacto.

PRODUCTO	Inicio	Actualidad
GASOLINA PREMIUM	\$ 14.57	\$ 50.27
GASOLINA REGULAR	\$ 14.57	\$ 50.27
GASOIL REGULAR	\$ 14.57	\$ 60.77
GASOIL PREMIUM	\$ 7.29	\$ 60.77
FUEL OIL	\$ 14.57	\$ 17.79
GLP	\$ 22.00	\$ 22.00

Tabla 3. Cargo por manejo de terminal (CMT)
Fuente: CNE, Sistema de Información Energético Nacional, 2016

1.3.2 Otras leyes, normativas y regulaciones

En lo concerniente al pago de los impuestos, los hidrocarburos son afectados, además de la Ley Tributaria de los Hidrocarburos 112-00, por la Leyes 495-06 de Rectificación Tributaria (Ad-valorem), así como por las resoluciones del Ministerio de industria y Comercio que fija los precios de los combustibles, semanalmente, en función de los precios de paridad de Importación (PPI) (OLADE, 2016, p.93).

Con respecto al almacenamiento de combustibles, la Ley 112-00, de Hidrocarburos en su Artículo 3, “faculta a empresas que operen, almacenamiento a ser agentes de retención para el pago de impuestos”. La normativa existente, no presenta una estrategia en materia de almacenamiento, que provea cuantitativamente y geográficamente el almacenamiento, tomando en consideración la ubicación

geográfica del país, la volatilidad de los precios en los mercados internacionales, interrupciones del suministro por condiciones climáticas, etc.

Con la creación del Ministerio de Energía y Minas en el 2013, mediante la Ley 100-13, surge un nuevo panorama en el sector energía de la República Dominicana. Esta nueva institución había sido reclamada por la sociedad dominicana durante décadas a los fines de eliminar la dispersión del sector y así evitar duplicidad de funciones. De modo que esta integración deberá establecer un modelo de desarrollo sostenible en todo el sector energético y minero (OLADE, 2016, p.94).

1.3.3 Estándares técnicos de la industria

La industria de hidrocarburos, en especial la que involucra manipulación de combustibles gaseosos como el GLP, existen estándares de seguridad avalados por organismos internacionales. Dichas normas procuran el uso de las buenas prácticas en el marco de la seguridad industrial, así como la disposición de procesos estandarizados que tratan de asegurar la calidad y seguridad a la hora de manipular productos.

Entre estas organizaciones podemos mencionar las más aceptadas en la industria de hidrocarburos en República Dominicana:

1.3.3.1 Instituto Americano de Petróleo - API

El instituto americano de petróleo, o sus siglas en inglés American Petroleum Institute (API), es una organización comercial nacional que representa la industria del combustible y el GLP en Estados Unidos. Desde 1924, API ha sido líder en el

desarrollo de equipos y estándares operacionales para la industria petrolera y del GLP.

Esta organización mantiene unos 685 estándares y practicas recomendadas, las cuales procuran la seguridad y calidad en todos los aspectos de la industria de hidrocarburos. Esta está avalada por más de 625 miembros corporativos provenientes de las más notorias empresas de combustible a nivel internacional y con alcance en todos los segmentos de la industria, como son las refinerías, suplidores, envasadores, operadores de líneas de distribución, transportadores de combustible marítimo, entre otros.

Por más de 85 años, API ha liderado el desarrollo de quipos petroleros y petroquímicos, así como más de 685 estándares operativos, de medición y de seguridad. Estos representan el conocimiento colectivo de la industria en todas las áreas; desde el tipo de herramienta a utilizas hasta la protección del medio ambiente. Dichos estándares adoptan las mejores prácticas de ingeniería y procedimientos probados, confiables y seguros.

Muchos de estos estándares han sido incorporados y adoptados por regulaciones estatales y federales, tanto en Estados Unidos como en otros países del mundo.

Las publicaciones del API tratan problemas de naturaleza general. Dichas publicaciones tratan de facilitar la amplia disponibilidad de prácticas probadas y razonables de ingeniería y de funcionamiento. Independientemente de lo antes dicho, todo organismo que adopte dichos estándares deberá revisar la ley local que le corresponda. Asimismo, los diversos estándares por parte de API no tienen el

objeto inhibir de ninguna manera a ninguna persona o empresa que desee utilizar sus propias prácticas.

Por otro lado, API es un facilitador de estándares científicamente probados y avalados por autoridades de la industria petrolera, en ese sentido, este no se hace responsable de que el empleador de dichas prácticas cumpla con la normativa, así como entrenar correctamente los operarios, equipar los empleados, procurar el uso adecuado de equipo de protección, etc.

La empresa u organismo que adopte sus estándares será responsable de interpretar, implementar y mantener la información sobre los riesgos de seguridad e higiene, las precauciones pertinentes con respecto a materiales y el uso adecuado de los instrumentos de medición.

Generalmente, los estándares de API se repasan, se revisan, se reafirman o se eliminan como mínimo cada 5 años. A menudo, puede agregarse una extensión de hasta dos años de este ciclo de repaso.

1.3.3.2 ASTM Internacional

ASTM o ASTM International es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

La organización fue fundada el 29 de febrero de 1898, como la sección Americana de la Asociación Internacional para el Ensayo y Materiales (IATM) por iniciativa de Charles Dudley, entonces responsable del control de calidad de Pennsylvania

Railroad, quien tuvo la iniciativa de hacer que los hasta entonces ferrocarriles rivales y las fundiciones de acero coordinaran sus controles de calidad, ya que el problema que enfrentaba la creciente industria del ferrocarril era la frecuente rotura de los rieles utilizados.

Existen alrededor de 12,575 acuerdos voluntarios de normas de aplicación mundial. Las oficinas principales de la organización ASTM están ubicadas en Pennsylvania, Estados Unidos.

Los estándares de ASTM International se utilizan alrededor del mundo en una amplia gama de situaciones, desde el diseño y la creación de productos hasta el acceso a los mercados. Los miembros de ASTM son personas, compañías y representantes del gobierno que contribuyen con su experiencia a influir en los estándares que se establecen para sus industrias en particular.

Actualmente la ASTM está entre los mayores contribuyentes técnicos del ISO, y mantiene un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos de prueba en casi todas las industrias, con un casi monopolio en las industrias petrolera y petroquímica.

Los estándares de ASTM son utilizados y aceptados mundialmente y abarcan áreas como metales, pinturas, plásticos, textiles, petróleo, construcción, energía, medio ambiente, productos de consumo, servicios médicos, dispositivos y productos electrónicos, entre otros.

El proceso público con el que se crean nuestros estándares es uno de los motivos por los cuales tantas y tan variadas industrias han realizado su trabajo de desarrollo de diversos estándares dentro de ASTM International.

1.3.4 Inspecciones por parte de INDOCAL

Entre las pruebas de inspección que realiza INDOCAL para procurar el cumplimiento de las leyes, normas y reglamentos establecidos en la Republica Dominicana, se encuentran los siguientes:

- Prueba de hermeticidad para tanques de baja presión
- Prueba hidrostática para tanques de baja y alta tensión
- Pruebas de ultrasonidos para tanques de baja y alta tensión
- Reporte fotográfico visual de los tanques de almacenamiento
- Inspección física en campo
- Reporte técnico y grafico de los puntos muestreados del tanque
- Verificación y certificación de calibración de equipos de medición de flujo
- Verificación y certificación de calibración de equipos dispensadores de combustible

1.4 Panorama social del GLP como producto

El GLP es un producto cuya forma de comercialización depende de tres pilares básicos:

1. Las empresas importadoras: las cuales procuran mantener a disposición inventario de GLP proveniente de diversos países, bajo el acuerdo de Petrocaribe y de esa forma contribuir con la oferta necesaria para cubrir la demanda nacional.
2. Las distribuidoras: empresas que obtienen el producto de aquellas empresas que importan o, inclusive, la refinería de petróleo para su posterior distribución para suplir la demanda de los diversos lugares del país.
3. Las envasadoras o detallistas: que por lo general son parte de la misma empresa distribuidora y se encargan de comercializar, detallar, despachar y facturar al cliente final galón por galón.

Es éste último eslabón que desde hace ya algún tiempo ha sido objeto de quejas por parte de los consumidores debido a supuestos fraudes en la entrega del GLP. En ese sentido, parte de la problemática que precede dicha situación, se debe a la falta de conocimiento técnico y la mala percepción generalizada que ha ido evolucionando en contra de las envasadoras, así como también, el constante aumento de los precios que por lo general no va en concordancia con el costo internacional del crudo.

1.4.1 Precio del GLP en República Dominicana

Como se presenta en la *Figura 22*, en República Dominicana, el precio del GLP ha incrementado progresivamente al consumidor final, llegando a superar el precio de todos los países de Centro América hasta inicios del 2017.

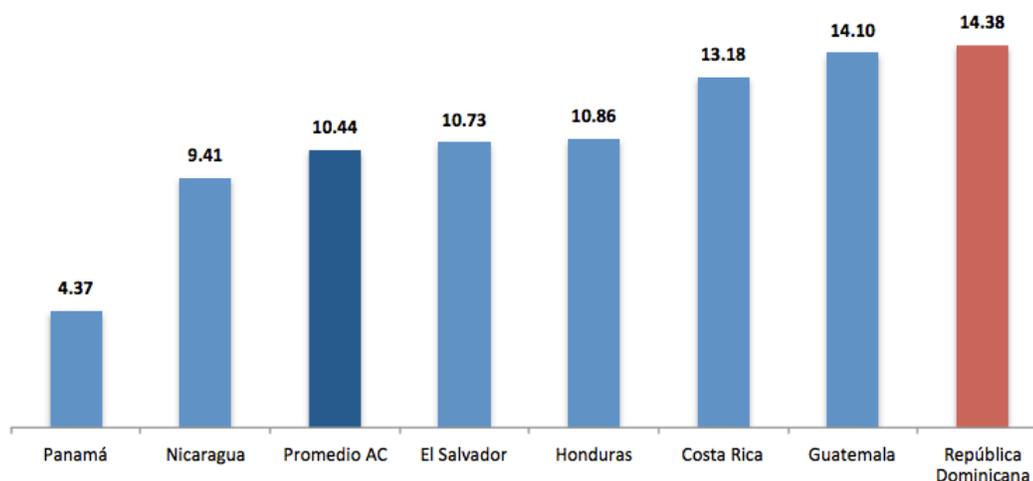


Figura 22. Precio de 24lb de GLP en USD en República Dominicana vs países de América Central
Fuente: Elaboración de CREES con información del Ministerio de Industria y Comercio (MIC) y el Comité de cooperación de hidrocarburos de América Central (CCHAC).

En la República Dominicana se estima que un 40% del precio al consumidor del GLP se deriva de los márgenes de comercialización e impuestos, establecidos en la Ley de Hidrocarburos (112-00).

En ese sentido, el precio de compra de los combustibles en los mercados internacionales que hace el país, se calcula con una fórmula denominada: “precio de paridad de importación”, la cual sería:

$$\text{PPI} = \text{FOB} + \text{FT} + \text{SM} + \text{CB} + \text{OC} + \text{CMT} + \text{GAL}$$

- PPI es el precio de paridad de importación del combustible.
- FOB es el costo del combustible puesto en el barco y convertido a pesos dominicanos en base a la tasa de cambio oficial fijada por el Banco Central.
- FT es el costo del flete marítimo.
- SM es el costo del seguro marítimo.
- CB son los costos bancarios inherentes a la operación de compra del combustible.
- OC son otros costos vinculados a la operación.
- CMT son los costos por manejo de la terminal de combustibles.
- GAL son los gastos de administración de la Ley 112-00 en que incurre el Ministerio de Industria y Comercio.

Dada la complejidad de los procesos de importación y la masiva cadena de procesos por la cual atraviesa el producto para poder llegar al consumidor final, el costo aumenta considerablemente. En ese sentido, el problema subyacente, es la falta de conciencia de la mayoría de los consumidores, generando así, una masiva ansiedad e insatisfacción por parte de la sociedad. La reacción generalizada del consumidor, es el cuestionamiento del gobierno a causa de las constantes variaciones que impone al precio por galón del GLP.

1.4.2 Opinión generalizada del consumidor de GLP

La falta de organización, administración, tecnología y normativas por parte de un grupo de comerciantes y envasadoras de GLP, ha fomentado la falta de confianza dicho sector comercial. Asimismo, parte de la problemática se deriva de la metodología de compra y venta establecida en el país, es decir, la medición del GLP

utilizando medidas volumétricas es un factor que induce al error y dificulta su administración.

No obstante, uno de los organismos que vela por la protección de los consumidores ante fraudes y falta de calidad por parte de las envasadoras de GLP es el Instituto Nacional de Protección de los Derechos del Consumidor (Pro Consumidor). Este organismo procura la protección de los consumidores y usuarios de bienes y servicios, mediante la aplicación de las normas jurídicas establecidas. Este, además, tiene como fin fortalecer la vigilancia del mercado, para que los consumidores y usuarios reciban los productos y servicios con la calidad adecuada. Asimismo, otro de sus objetivos es el de promover una cultura de respeto de los derechos de los consumidores y usuarios, desarrollando estrategias que favorezcan la adquisición de competencias y conductas que permitan la toma de decisiones responsables en materia de consumo.

En ese sentido, según publicaciones realizadas en los últimos años en diversos periódicos de circulación nacional, la opinión pública respecto al dispendio del gas licuado de petróleo por parte de las envasadoras, es cuestionable.

Muchos ciudadanos, entre ellos amas de casa, conductores de vehículos públicos y privados, acuden a Pro Consumidor con el objetivo de reportar y denunciar supuestas estafas donde afirman que diversas envasadoras de GLP entregan menos cantidad de producto del que fue comprado. En general, las calificaciones utilizadas por dichos consumidores son “abuso, robo y estafa”, siendo estas recurrentes durante todo el año.

Finalmente, dado los acontecimientos generados por causa de la desconfianza de los consumidores, Pro Consumidor unió fuerzas con INDOCAL con el objetivo de asegurar que el despacho de cada uno de los dispensadores de las envasadoras de GLP sea el correcto, y en caso que este no lo sea, aplicar multas o inclusive cerrar la planta de forma indefinida.

1.4.3 Comercialización del GLP en República Dominicana

A raíz de la gran cantidad de denuncias por parte de los consumidores de GLP a través de Pro Consumidor, luego de confirmar las diversas quejas emitida por los usuarios, el organismo se vio obligado a buscar una solución alternativa al problema.

En respuesta a dichos problemas, el 11 de febrero del 2010, tanto Pro Consumidor como DIGENOR unieron fuerzas en colaboración con la Asociación de Distribuidores de Gas Licuado de Petróleo (GLP) para resolver dicho problema de forma definitiva.

Posteriormente, Pro Consumidor ordenó, mediante Resolución 84-2010, a las empresas que expenden el gas licuado de petróleo (GLP) que este sea vendido pesado, y no por volumen, como se había venido haciendo en los últimos años. La resolución entró en vigencia semanas después del 30 de octubre del 2010. Debido a que las envasadoras debían disponer de una báscula para medir físicamente los cilindros domésticos, se le otorgo un plazo considerable antes de entrar en vigencia la ley.

El proceso que el usuario debía seguir con el objetivo de comprobar que se le estaba vendiendo la cantidad correcta, era un tanto incómodo y tedioso. Este debía primero

pesar el cilindro vacío y pesarlo luego de ser llenado. La diferencia en peso indicaba las libras, independientemente del volumen despachado.

Luego, este peso era comparado con la tabla de equivalencia suministrada por DIGENOL, expuesta en la *Figura 23*, la cual indicaba la relación volumétrica contra el peso indicado por la báscula.

El problema estaba justo en este paso, donde dicha equivalencia no era totalmente comprendida por los consumidores, inclusive tampoco por los operadores.

25 libras = 5.9 galones
50 libras = 11.8 galones
100 libras = 23.6 galones

*Figura 23. Tabla de equivalencia para ventas por libra suministrada por DIGENOL.
Fuente DIGENOL*

Para obtener dicha equivalencia, se utiliza una densidad de GLP igual a 4.24 libras por galón, la cual es aproximadamente la densidad de propano a 15.6°C. En este caso había otra situación en cuanto la variación de temperatura, la cual físicamente altera la densidad del producto, haciendo que dichos valores presentados en la *Figura 23* no sean 100% correctos.

Por otro lado, además de la ineficiencia de dicho método y de que al usuario se le otorgara el derecho de pesar su cilindro antes y después, el consumidor que tenía su cilindro dentro del vehículo, estaba obligado a confiar en la estimación volumétrica dada por la envasadora. Esta situación finalmente invalidó la efectividad del método establecido por las autoridades con el objetivo de proteger al consumidor.

A pesar del gran esfuerzo de Pro Consumidor para que esta práctica se lleve a cabo, tanto por parte de las envasadoras como el consumidor, el GLP aún sigue vendiéndose en base a medidas volumétricas.

La historia detrás de este inconveniente yace desde los inicios de la industria de hidrocarburos, donde la venta de gasolina y productos blancos son medidos en base a volumen, debido a su constante estado líquido. Esta misma metodología de medida fue posteriormente adoptada por el mercado del GLP, lo cual, como toda cultura, fue asimilada sin importar los efectos adversos, como es la alteración volumétrica a causa de la temperatura.

1.5 Problemática actual de las envasadoras de GLP

Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos que han surgido, es posible transformar procesos, que antes eran manuales, a tareas computarizadas que de una u otra forma ayudan a incrementar los márgenes de beneficios. Así mismo, los procesos financieros y de control de inventario de envasadoras de GLP, pueden ser mejorados significativamente tras el uso correcto de tecnologías y softwares especializados que apoyen sus procesos, con el fin de ahorrar recursos y aumentar sus márgenes de beneficios.

En términos económicos, para las envasadoras de GLP es sumamente importante la correcta administración de su inventario. Aun así, muchas de estas no están al tanto de las nuevas técnicas y soluciones tecnológicas que le permiten realizar dicha tarea de forma inteligente.

En ese sentido, la propuesta de esta tesis intenta señalar aquellas debilidades que dichas envasadoras presentan en sus estaciones con el objetivo de presentar una solución tecnológica que les permita mejorar su calidad e incrementar sus beneficios.

1.5.1 Gestión manual de envasadoras de GLP

En la actualidad, en República Dominicana existe un sinnúmero de envasadoras cuya tecnología es sumamente arcaica. Estas tienden a utilizar equipos de segunda mano y poco precisos junto a procesos manuales para llevar a cabo sus actividades, tanto operativas como financieras.

Por lo general, las estaciones de expendio cuya infraestructura y recursos tecnológicos son precarios, tienden a tener múltiples fallas en sus procesos, permitiendo el desarrollo de vulnerabilidades que pueden ser explotadas tanto por el operador como el mismo consumidor. En algunos casos, estas estaciones, inconscientemente, despachan más combustible del requerido, incurriendo en pérdida de beneficios por falta de una correcta gestión. En otros casos, otras estaciones inconscientemente despachan menos combustible del medido, arriesgándose a ser multados o cerrados por el organismo regulador.

En otro orden, existen envasadoras cuya tecnología de expendio es digital, sin embargo, estas no cuentan con un sistema centralizado que se integre directamente con los medidores y los sistemas internos de gestión financiera. En estos casos, estas envasadoras tienen algunos procesos manuales y otros automáticos, pero esto no quiere decir que estén fuera de las diversas amenazas que existen en la actualidad.

1.5.2 Medidores mecánicos

Los dispensadores de GLP son equipos cuya instalación está regida bajo normas y especificaciones estrictas, para aquellas empresas envasadoras que se apegan a la ley. Además, estos deben dársele el debido mantenimiento verificando con frecuencia la calibración.

En República Dominicana, predominan los dispensadores que utilizan medidores de desplazamiento positivo, los cuales tienen una gran precisión en el orden de $\pm 1.5\%$ de tolerancia. El problema surge cuando se producen desgastes mecánicos que con el tiempo hace que pierda su precisión, y entregue más producto del registrado. En este caso, el encargado de la estación procede a realizar ajustes con el objetivo de regular la cantidad volumétrica registrada versus la que entrega.

Esta situación puede hacer que dicho ajuste produzca lo contrario y el dispensador entregue menos volumen del que indica en pantalla.

Para cubrir este problema, existen medidores de flujo y masa que utilizan el método coriolis para medir la cantidad de GLP de forma precisa y sin desgaste mecánico. En los capítulos subsiguientes se expone el funcionamiento de este dispositivo a detalle.

1.5.3 Control inadecuado de inventario

Debido a los múltiples factores de riesgos que tienen las envasadoras durante todo el proceso de transporte y distribución del GLP, se precisan nuevas metodologías que tratan de detectar y mitigar nuevas formas de fraude que puedan impactar

negativamente o que simplemente priven a la envasadora de un margen de beneficio mayor de lo esperado.

En ese sentido, para que una envasadora pueda mantener control de sus operaciones, debe contabilizar tanto su entrada como salida de inventario cada día. Esto quiere decir, que la diferencia de la cantidad de volumen comprando menos la cantidad de volumen vendido, debe dar por encima de 0, de lo contrario, es un indicador de que hubo una pérdida de inventario en uno de los procesos.

Es evidente que, por falta de control y automatización, las envasadoras de GLP están pasando por alto oportunidades de mejoras que pueden ser beneficiosas en términos económicos, es decir, no procuran la implementación de un sistema con la capacidad de determinar exactamente cuántos galones en unidades volumétricas de GLP deben ser vertidos en cada transferencia. Esta estimación es fundamental para procurar obtener el mayor beneficio posible por galón vendido.

El proceso consiste en considerar la temperatura y la densidad, tanto en los procesos de reabastecimientos, como en los de distribución y despacho, realizados en la estación. A la hora de tomar en cuenta estos factores físicos por medio del seguimiento computarizado de las diversas actividades de carga y descarga de GLP, es posible detectar fraudes o pérdidas de inventario por causa de la diferencia de densidad o el error humano. Estos tipos de vulnerabilidades son el problema principal que la propuesta de esta tesis está enfocada, donde, a través de una plataforma computarizada, se intenta mitigar dichas vulnerabilidades y fortalecer la gestión del inventario de las envasadoras GLP.

RESUMEN

Hemos visto como la industria de petrolera y de hidrocarburos ha ido evolucionado en República Dominicana, a tal punto, que es preciso y viable la inclusión de sistemas computarizados que apoyen los procesos involucrados con dicho sector.

En ese sentido, los temas ya tratados, han dado un panorama general el cual ayuda a comprender más claramente el nivel de importancia y complejidad que presentan las soluciones tecnológicas, que hoy día, surgen a favor de la industria petrolera y de hidrocarburos.

Parte de lo aprendido, son las normas, leyes y regulaciones que han ido surgiendo con el objetivo de, social y económicamente, dar mejor estructura al comercio del GLP. En dicho objetivo, se involucran organismos del Estado los cuales tienen responsabilidades específicas dentro de la cadena comercial.

Finalmente, vimos como las envasadoras de GLP están bajo un constante riesgo en torno la sociedad, debido a que, a diferencia de otros comercios, las envasadoras deben considerar un sinnúmero de factores, tanto legales como técnicos, con el objetivo de mantenerse a flote ante el consumidor.

CAPÍTULO II

ASPECTOS TECNICOS Y CONCEPTOS CLAVES REFERENTES A LA SOLUCION

INTRODUCCION

Para el correcto desarrollo de una plataforma, con la capacidad de optimizar las operaciones diarias de las envasadoras de GLP, es preciso conocer los conceptos tecnológicos más demandantes e industriales, que ayuden a determinar la mejor opción en términos de arquitectura.

En ese capítulo se definen los componentes y elementos esenciales que darán vida al proyecto. Parte de los temas, tratan de explicar de manera detallada, el funcionamiento de varios dispositivos electrónicos y de comunicaciones.

Se incluyen diversas gráficas y modelos para mayor comprensión del lector. Asimismo, parte esencial del desarrollo y correcto funcionamiento de la plataforma, consiste en la infraestructura de comunicación, la cual depende tanto de los protocolos de comunicaciones como el empleo de dispositivos y equipos cómputos especializados en este contexto

Finalmente, en el capítulo se definen los conceptos principales de seguridad, los cuales juegan un papel esencial en este tipo de soluciones.

2.1 Arquitectura de redes de comunicación

En los inicios del desarrollo de la arquitectura de redes, para poder distribuir el trabajo por medio de múltiples computadores a distancia, el principal reto fue el hacer que cualquiera de estos dispositivos pueda comunicarse uno con otro, sin importar el fabricante o el tipo. Para ello, la estrategia fue descomponer el problema general en varias capas independientes, cada una con un alcance limitado y bien específico, con el objetivo de hacer un modelo estandarizado que sirva de guía para aquellos fabricantes.

Hoy en día existe en el mercado una inmensa variedad de dispositivos electrónicos con diversas funciones que van desde simples sensores electrónicos que emiten datos pequeños, hasta servidores industriales de inteligencia artificial. Dichos dispositivos o computadores generalmente tienen la capacidad de conectarse a una red, para así, formar parte de un sistema más complejo y poder compartir sus recursos. Asimismo, existe lo que se conoce como Internet, lo cual es un concepto que da significado a la interconexión estandarizada de múltiples redes de dispositivos electrónicos que se encuentran físicamente distantes.

En ese sentido, es importante destacar que existen equipos e instrumentos especializados que dan paso a que dichas infraestructuras puedan materializarse, facilitando el desarrollo de sistemas de gran complejidad y a su vez fomentando el crecimiento del internet en sí.

2.1.1 Modelo de protocolos para transporte de paquetes - TCP/IP

El modelo TCP/IP se compone de múltiples protocolos y exponen 4 (cuatro) capas independientes y superpuestas que definen de forma precisa el funcionamiento de las redes de comunicaciones como la conocemos hoy, descomponiendo su compleja estructura en partes más pequeñas y simples con el objetivo de normalizar los componentes requeridos para permitir la interoperabilidad entre fabricantes. Dichas capas se les conocen como: capa de enlace (*link layer*), capa de internet (*internetwork layer*), capa de transporte (*transport layer*) y la capa de aplicación (*application layer*).

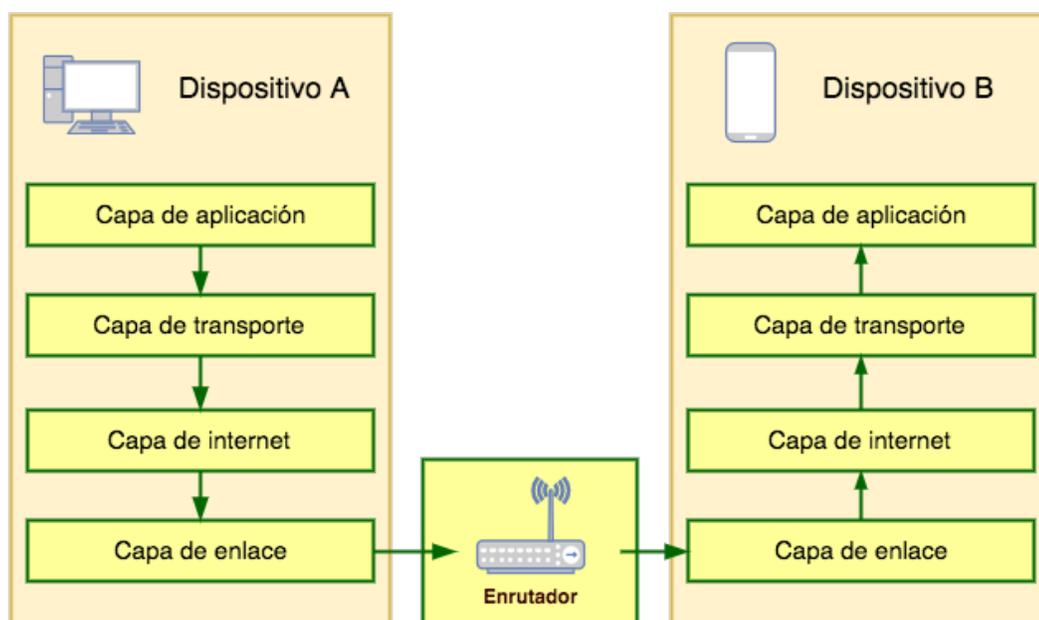


Figura 24. Diagrama de interacción entre dispositivos a través de las cuatro capas del modelo TCP/IP
Fuente: Propia

Como se muestra en el *Figura 24* cada capa tiene un predecesor y un antecesor a excepción de la capa de aplicación, la cual inicia o termina con la presentación de los datos al usuario.

2.1.1.1 Capa de aplicación

En esta capa se encuentran las aplicaciones informáticas con las que el usuario u otras aplicaciones interactúan. Dichas aplicaciones tienen la capacidad de iniciar el proceso de comunicación y/o procesar y presentar la data recibida en el formato requerido. En ese sentido, dichos formatos dependen del protocolo utilizado a nivel de aplicación, donde cada uno posee propiedades específicas para la conversión, compresión, encriptación y control de errores de los datos. Entre los más destacados de estos protocolos podemos mencionar el HTTP, SMTP, Telnet y FTP.

2.1.1.2 Capa de transporte

La principal función de esta capa es la de asegurar una comunicación íntegra y confiable entre los dispositivos finales, procurando que los datos lleguen en el mismo orden que salieron, sin modificaciones o errores. En este punto, cada paquete llega de forma independiente y desordenada, por lo que la capa de transporte debe ser lo suficientemente inteligente como re ensamblarlos ordenadamente; en caso que uno de los paquetes nunca llegue, la capa debe tener el mecanismo para procurar que ese paquete en específico vuelva a intentar el viaje. Asimismo, los datos que llegan desde la capa de aplicación son descompuestos en dichos paquetes para que puedan viajar de forma independiente por la red.

2.1.1.3 Capa de internet

En esta capa, se define la “logística” en que los paquetes viajan a través de la red con el objetivo de llegar a su destino con la mayor rapidez posible. Cada paquete que llega al enrutador posee en sí una dirección de origen y otra de destino. El enrutador debe ser lo suficientemente inteligente como para determinar cuál de los

enlaces utilizar para enviar el paquete. A medida que el paquete hace su última parada, los demás paquetes provenientes del mismo origen por lo normal toman la ruta más óptima.

2.1.1.4 Capa de enlace

Esta capa es responsable de conectar el dispositivo físicamente con la red local a través de artefactos electrónicos. Esta capa define la forma en que la data viaja físicamente de un lugar a otro, teniendo en cuenta las características de cada medio de transmisión. Por ejemplo, si la data viaja inalámbricamente, tanto el emisor como el receptor deben trabajar en la misma radiofrecuencia, en otro caso, si la data viaja a través de una conexión de punto a punto alamburada, el voltaje utilizado para codificar la data debe ser el mismo. Asimismo, esta capa procura la descomposición de la data en pequeñas partes llamadas “paquetes”, de esa forma, diversos equipos pueden interactuar en la misma red sin que se produzcan colisiones durante la transmisión y la información puede tomar múltiples rutas dependiendo la topología y estructura de la red.

2.1.2 Modelo OSI

El modelo de interconexión de sistemas abiertos o sus siglas en inglés OSI (*Open System Interconnection*) es el resultado de un diseño minucioso por parte de varios expertos en redes donde procuran normalizar y estandarizar las diversas componentes que conforman un sistema de red a nivel de arquitectura.

Al igual que el modelo TCP/IP este modelo se divide en varias capas, cada una prometiéndole una función específica y varias de ellas compartiendo características de las capas del modelo TCP/IP.

Modelo TCP/IP	Modelo OSI	Protocolos y formatos
Aplicación	Aplicación	DNS, FTP, HTTP, IMAP, SNMP, SMTP, Telnet, POP3
	Presentación	AVI, JPEG, MPEG, TIFF, GIF, PNG, XML, JSON
	Sesión	NetBIOS, NFS, SCP, PAP, ZIP
Transporte	Transporte	TCP, UDP
Internet	Red	ICMP, IGMP, IPsec, IPv4, IPv6, IPX, RIP
Enlace	Enlace	ARP, ATM, CDP, FDDI, Frame Relay, HDLC, MPLS
	Medio Físico	Fibra, Ethernet, Wifi, DSL, Bluetooth

Figura 25. Tabla comparativa del modelo TCP/IP y el modelo OSI
Fuente: Propia

2.1.3 Tipos de redes

Existen varias categorías para tipificar las redes, en este caso, se expone el tipo basado en el alcance a nivel de distancia y cobertura que puedan tener.

2.1.3.1 Red de área personal - PAN

Interconecta dispositivos en el entorno del usuario, con un alcance limitado a nivel de metros de distancia.

2.1.3.2 Red de área local - LAN

Interconecta dispositivos en un área no mayor a la longitud máxima de un cable tipo Cat 6 (100m) o a la cobertura máxima de un Router inalámbrico.

2.1.3.3 Red de área metropolitana - MAN

Este tipo de red está compuesta por varias redes LAN que interconecta equipos a nivel de municipio.

2.1.3.4 Red de área ampliada - WAN

Dicha red se apoya en las infraestructuras de telefonía para poder alcanzar distancias extensas, como la Internet. En este punto, se trata de comunicar las redes de múltiples países o continentes completos.

2.1.4 Topología de redes

Dependiendo la distribución o esquema en el que se diseña una red, estas se pueden clasificar por topología:

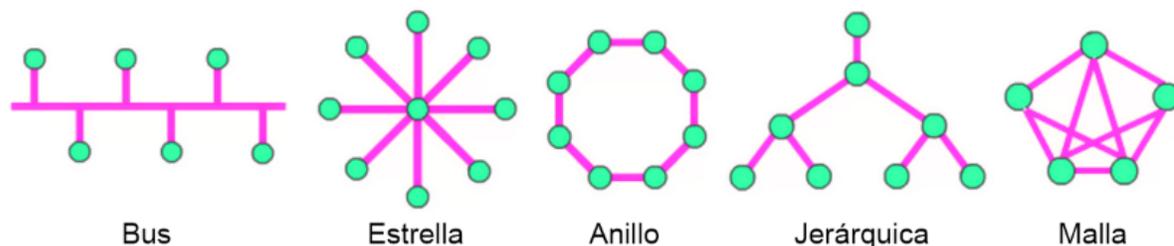


Figura 26. Representación gráfica de los tipos de topologías de redes
Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la *Figura 26*, existe la topología bus, también conocida como conexión lineal, estrella: todos los dispositivos se conectan a un concentrador o hub central, anillo: cada dispositivo tiene dos conexiones donde finalmente conforman un anillo, árbol: también conocida como una topología jerárquica donde

combina un conjunto de redes en estrella y finalmente la topología malla: donde cada dispositivo tiene una conexión directa a los demás dispositivos.

2.1.5 Enrutador wifi (Router WI-FI)

Es un equipo que, además de hacer las funciones de enrutamiento de paquetes a través de la red LAN, es capaz de proporcionar acceso a otros dispositivos de forma inalámbrica por medio de radiofrecuencias a la misma red.



*Figura 27. Representación gráfica de un enrutador
Fuente: Propia*

2.1.6 Dispositivos wifi

Son aquellos dispositivos que están diseñados y fabricados de forma tal que cumplen con el modelo TCP/IP, pero en su capa de enlace están especialmente diseñados para interactuar inalámbricamente con enrutadores wifi. Existe una gran variedad de dispositivos wifi en la actualidad. Estos pueden convivir en el mismo entorno debido a la implementación que tiene la capa de enlace. Esta capa está definida bajo la norma IEEE 802.11 la cual especifica un conjunto de reglas para la implementación de redes WLAN en diversas bandas de radiofrecuencias predefinidas.

2.1.7 Amplificadores de señal

Normalmente cada dispositivo wifi tiene un rango de cobertura, dependiendo la aplicación y sus características. Para ampliar dicha cobertura se utilizan dispositivos inalámbricos o alámbricos que procuran amplificar dicha señales eléctricas o electromagnéticas para maximizar su alcance.

2.2 Protocolos de comunicaciones

Los protocolos de comunicación proporcionan las reglas, el formato y los mecanismos necesarios que definen el modo en que los paquetes de datos son interpretados, procurando así una comunicación entre el emisor y el receptor libre de errores y precisa. De igual forma, para cada caso específico, normalmente existe un protocolo con la capacidad de satisfacer dicho caso.

2.2.1 Protocolo de internet – IP

Es el protocolo de comunicación principal utilizado por el modelo TCP/IP, alojado en la capa de red, el cual trata de gobernar la forma en que los paquetes de datos viajan a través de la red de un lugar a otro. Dicho protocolo tiene como característica que mantiene los paquetes de datos correctamente identificados para que estos sean independientes uno de otros. Su función principal es el uso bidireccional de comunicación para transmitir paquetes conmutados a través de múltiples redes físicas enlazadas bajo la norma OSI de enlace de datos.

El protocolo de internet se apoya en el uso de direcciones IP para poder identificar cada paquete. Asimismo, los enrutadores tienen la tarea de decidir a cuál de los

enlaces pertenece el paquete utilizando la información encapsulada en la trama de la red subyacente.

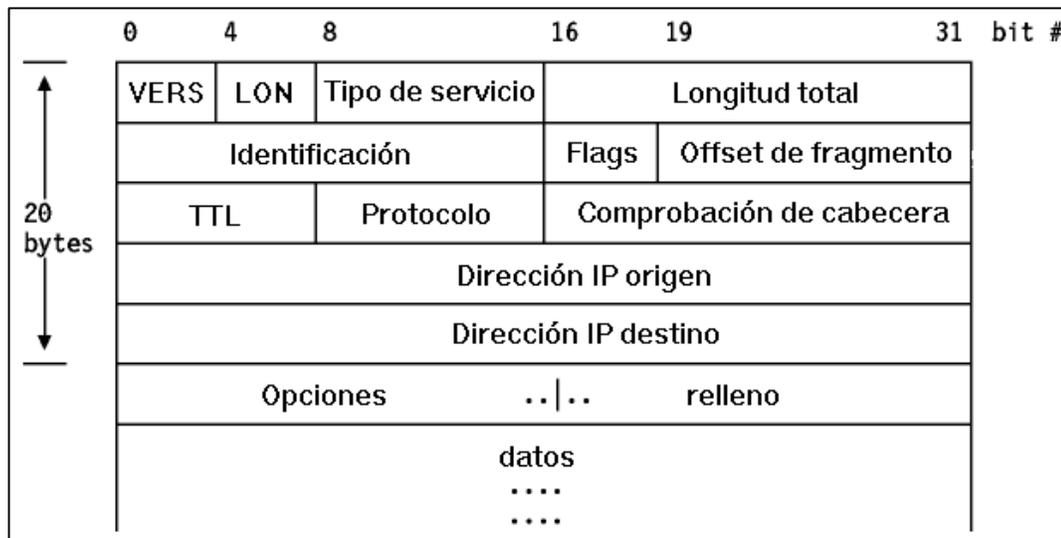


Figura 28. Datagrama del protocolo de internet (IP)
 Recuperado de: <http://personales.upv.es/rmartin/tcpip/cap02s03.html>

Como se aprecia en la *Figura 28*, el datagrama contiene una cabecera con información relevante solo para los protocolos de más alto nivel, identificando el paquete hasta que llega finalmente a su destino.

2.2.2 Protocolo de transporte – TCP

El protocolo de transporte (TCP) se ocupa de segmentar los datos en paquetes de una longitud predeterminada, identificando cada segmento con su posición, o en inglés *offset*, dentro del paquete. Este a su vez procura que cada uno de los paquetes lleguen a destino y reintenta la transmisión en caso que uno de los paquetes se pierda. Finalmente, desde el punto de vista del receptor, el protocolo TCP se encarga de re ensamblar los datos uniendo todos los paquetes recibidos y ordenándolos desacuerdo a su posición original.

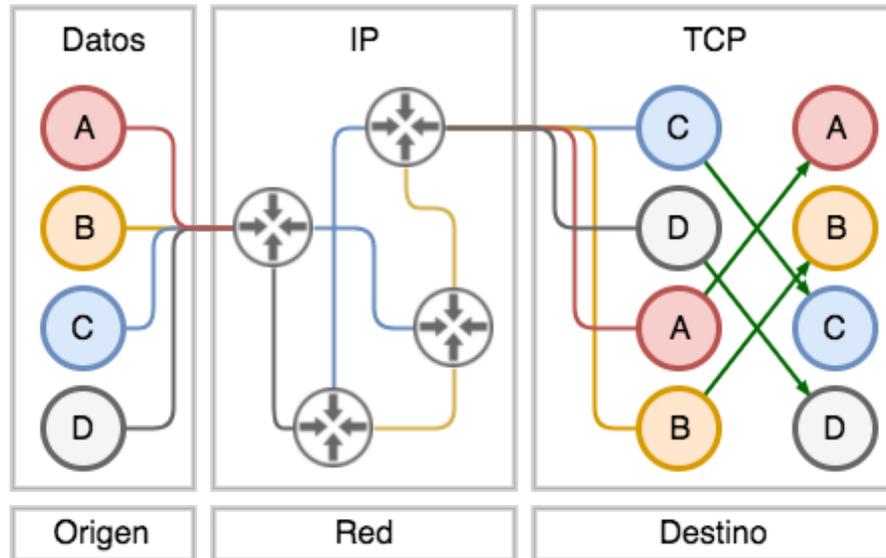


Figura 29. Diagrama del reordenamiento de los paquetes TCP/IP que llegan a un destino
Fuente: Propia

2.2.3 Protocolo de transferencia de hipertexto – HTTP

Desde los inicios del internet, este es uno de los protocolos más utilizados puesto que transfiere código HTML conformando así los sitios web.

En ese sentido, según el memorándum código RFC2616: “El protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) es un protocolo de nivel aplicativo para sistemas de información distribuidos, colaborativos e hipermedias. Es un protocolo genérico, sin estados, que puede ser utilizado para muchas tareas más allá de su uso para el hipertexto, tales como servidores de dominios y sistemas distribuidos de gestión de objetos, a través de la extensión de sus métodos de solicitud, códigos de error y encabezados.” Fielding, Roy, 1999. RFC2616 (2006).



Figura 30. Diagrama de la interacción cliente-servidor vía http
Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la *Figura 30* el protocolo HTTP contiene las reglas y estructuras necesarias para que un dispositivo cliente pueda hacer peticiones, usando direcciones específicas llamadas URL, a un dispositivo servidor de forma tal que la respuesta sea un mensaje interpretable por un visor o navegador en el cliente para su consumo final.

2.2.4 Comunicación en serie

La comunicación en serie es un concepto simple donde un puerto emisor envía bytes de información un bit a la vez, en cambio, una comunicación en paralelo tiene la capacidad de enviar un byte completo en un solo paso. Entre las ventajas que ofrece la comunicación en serie es que puede ser mejor controlada, alcanzar mayores distancias, requiere menos cableado, más fácil de depurar y actualmente es la más utilizada por los dispositivos, periféricos y microcontroladores electrónicos.

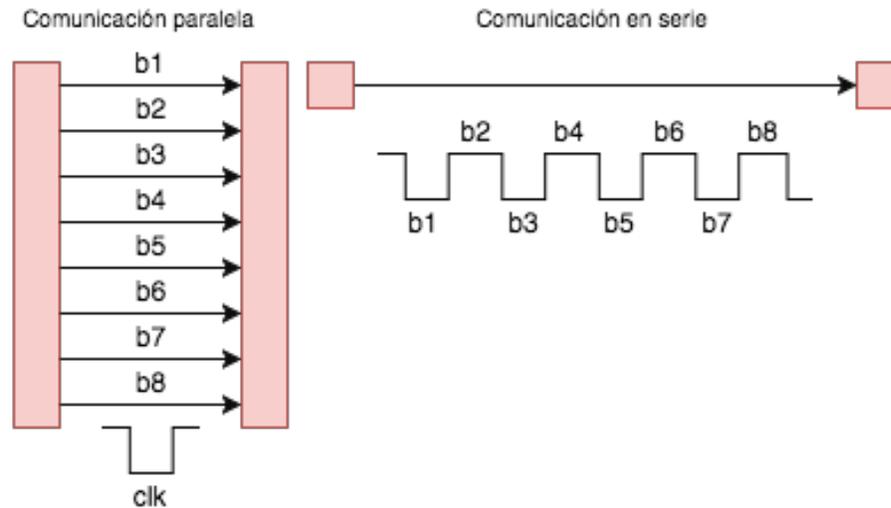


Figura 31. Comparación de comunicación en serie contra la comunicación paralela.
Fuente: Propia

Normalmente este tipo de comunicación se utiliza para transmitir datos ASCII. La arquitectura estándar consiste en 3 líneas de transmisión: (1) Tierra, (2) Transmisión o TX, (3) Recepción o RX, llamada también full-dúplex, la cual permite la transmisión y recepción asíncrona de datos. En otros casos, es posible transmitir y recibir utilizando una misma línea de datos, pero este esquema reduce la velocidad ya que cada dispositivo debe esperar su turno antes de transmitir. En este caso el tipo de transmisión sería half-dúplex.

Por otro lado, para que dos o más dispositivos puedan comunicarse entre sí, es necesario que compartan la misma características y configuración. Entre los parámetros necesarios para configurar la transmisión de datos en serie se encuentra la velocidad en baudios, los bits de datos, los bits de paradas y la paridad.

Como se ve en la *Figura 32* en una transmisión half-dúplex solo es posible enviar los datos utilizando un mismo canal o conductor eléctrico, lo que impide una transmisión simultánea entre dispositivos como en el caso de la transmisión full-dúplex.

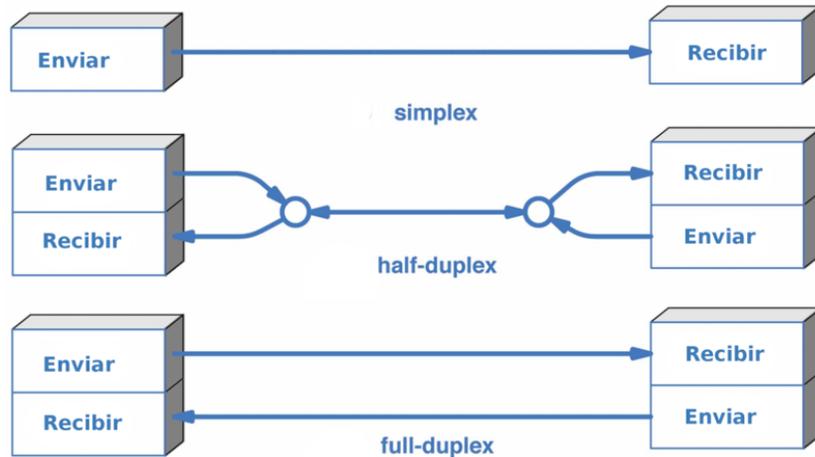


Figura 32. Diagrama comparativo de los tipos de los distintos tipos de transmisión.
 Recuperado de: <https://su.wikipedia.org/wiki/Gambar:Simplex-duplex.png>

2.2.4.1 Velocidad en baudios

Es la medida de la velocidad para la comunicación. Este indica el número de bits que deben ser transferidos por cada segundo. Por ejemplo: 500 baudios equivalen a 500 bits por segundos o sus siglas en inglés: *bits per seconds* (bps). En ese sentido, la cantidad de bits transmitidos por un dispositivo dependerá de los ciclos por segundos o hertzios producidos por el emisor. Asimismo, esta velocidad debe ser consistente en ambos dispositivos para su correcta interpretación.

2.2.4.2 Bits por carácter

Este parámetro representa la cantidad de bits que tiene un carácter, o sus siglas en inglés: *bits per character* (bpc). De esta forma, dependiendo la necesidad, es posible reducir la carga de transmisión en cada dispositivo, resultando así, en un aumento de la eficiencia. Estos casos normalmente aplican cuando los componentes atómicos de los datos, en este caso los caracteres transmitidos, son limitados o reducidos.

2.2.4.3 Bits de inicio, parada y marca

Estos bits, además de indicar el fin de un paquete de datos, son usados para poder sincronizar el temporizador de cada dispositivo. Esto se debe a que cada dispositivo posee un reloj individual y tienden a perder sincronía de forma ligera con el tiempo. Es por ello que, para cada paquete enviado, se añade una señal indicando su fin.

2.2.4.4 Bits de paridad

El bit de paridad es un parámetro opcional el cual utiliza un método simple para validar la correcta transmisión en serie entre los dispositivos; este determina si el dispositivo remoto está recibiendo correctamente los datos.

2.2.5 Estándares de comunicación eléctrica en serie

Existen diversos estándares que procuran la correcta normalización de redes industriales de baja cobertura. Este tipo de redes facilitan que computadores o dispositivos autónomos puedan comunicarse de forma efectiva y económica con sus periféricos, como son los sensores, controladores lógicos programables (PLC) o dispositivos IoT. Asimismo, estos estándares se enfocan en que la comunicación entre los dispositivos y periféricos sea a través de un circuito de conexión en serie ya sea por bucle de corriente o de tensión.

Uno de los objetivos principales de estos estándares es especificar como se debe transmitir la información binaria a través de un conductor; modelar en términos técnicos que significa un uno (1) o un (0) tomando en cuenta los aspectos físicos que permite la electricidad. En ese sentido, la Asociación de Industrias Electrónicas o sus siglas en inglés: Electronic Industries Association (EIA), ha puesto en vigencia

varias recomendaciones de forma internacional en torno al funcionamiento y características de los bucles antes mencionados como son el tipo de conector, la velocidad de transmisión, la fidelidad, la cantidad de periféricos simultáneos que permite, el nivel de la señal, el tipo de validación de trama, entre otros.

2.2.5.1 Bucle de corriente

Esta arquitectura está basada en la ausencia o presencia de corriente eléctrica, no el nivel de voltaje inducido en las líneas de comunicación, es decir, que los valores “0” cero o “1” uno, dependerán de dicha ausencia o presencia en el receptor.

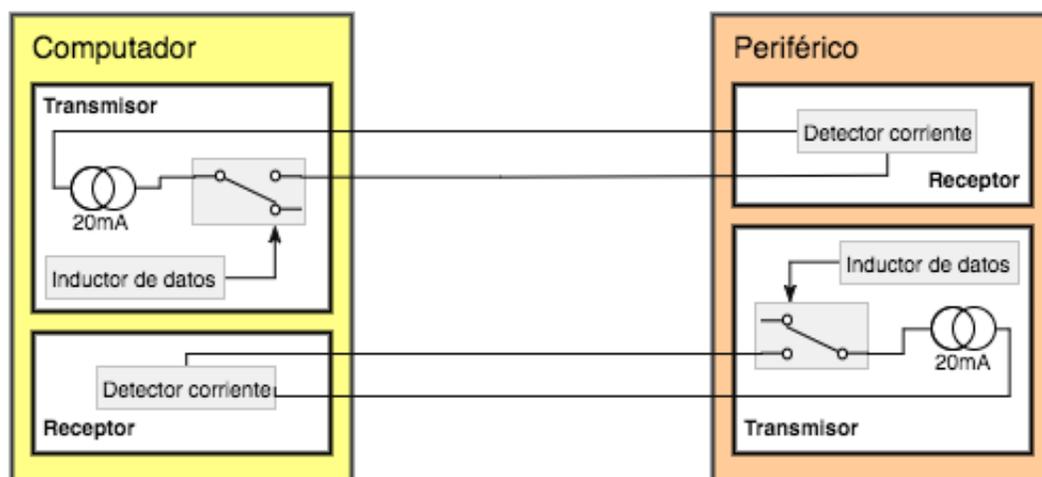


Figura 33. Esquema básico de transmisión con bucle de corriente
Fuente: Propia

Usualmente, la corriente utilizada para determinar los valores binarios está cerca de los 20mA, lo cual es suficiente como para comunicar dos dispositivos.

Como se muestra en la *Figura 33* el bucle de corriente consiste en un transmisor y un receptor de datos ubicados en cada punto de comunicación: emisor y receptor. El transmisor toma los datos y los transfiere por medio de un conmutador que emite señales binarias conectando y desconectando la fuente de corriente. Asimismo, la

distancia máxima de transmisión es de 450 metros. Las especificaciones indican que, la potencia disponible en el emisor, determinará el número de receptores que podrán ser conectados.

2.2.5.2 Bucle de tensión

Comparando con el bucle de corriente, esta especificación es mayormente utilizada por sus características de velocidad y alcance. Entre las características eléctricas que presenta el bucle de tensión, tenemos: inmunidad ante la interferencia electromagnética, mayor velocidad de transmisión y mejor protección.

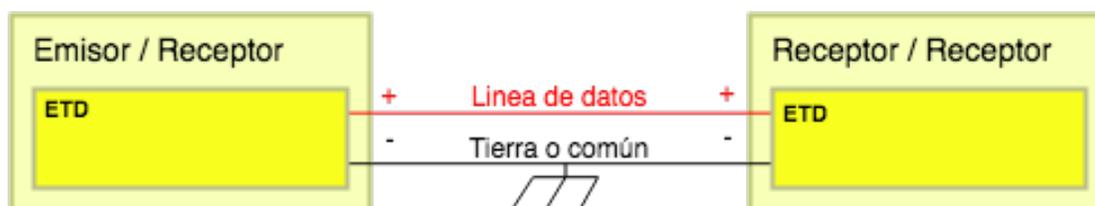


Figura 34. Diagrama de bloques representando el bucle de tensión.
Fuente: Propia

Como se muestra en la *Figura 34*, la configuración física para la transmisión de datos es basada en un par de conductores donde uno de ellos está conectado a tierra, siendo este el potencial negativo.

Asimismo, la línea de datos puede, tanto transmitir como recibir, solo que es en un solo sentido a la vez, por lo que se clasifica como una transmisión half-dúplex.

2.2.5.3 Estándar recomendado RS-232

Este es el estándar probablemente más utilizado a nivel mundial. Su implementación ha sido revisada y redefinida durante más de 40 años y originalmente fue concebido para intercambiar datos a través de líneas telefónica.

Este cuenta con tres (3) modificaciones donde la más reciente es la EIA-232F. Cada parámetro de la transmisión es programable, por ejemplo: la velocidad puede ir desde los 50 baudios hasta los 19,200 baudios. Asimismo, el alcance que tiene este estándar es de 50 metros de distancia y está limitado a una comunicación de punto a punto.

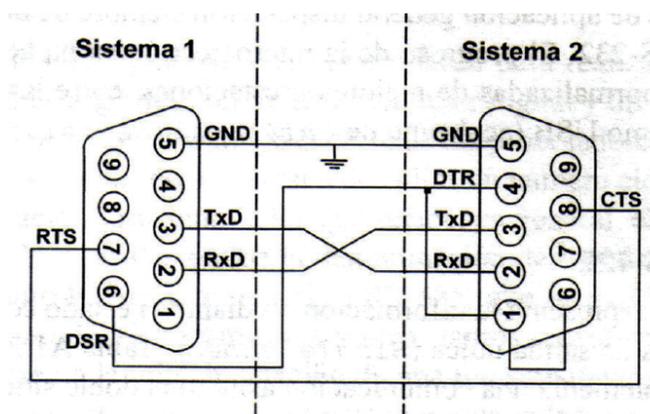


Figura 35. Conector serial estándar tipo D9 para comunicaciones RS-232.
Fuente: Propia

Las señales indicadas en la *Figura 35* para los pines 2, 3, 4, 5 y 8 son: RxD o recepción de datos, TxD o transmisión de datos, DTR o *data terminal ready*, GND o tierra, CTS o *clear to send* respectivamente. De igual forma, la norma indica que el voltaje utilizado en las líneas de transmisión debe ser de +3V a +15V para el “0” lógico y -3V a -15V para el “1” lógico.

2.2.5.4 Estándar recomendado RS-485

A diferencia del estándar RS-232, este permite la conexión de máximo 32 dispositivos en el mismo canal de forma simultánea, es capaz de transmitir a un máximo de 4000 pies de distancia y su velocidad máxima es de 10 mega baudios. Es por ello que este estándar define diversas características eléctricas necesarias

para asegurar un voltaje de señal adecuado teniendo presente la cantidad de carga presenta por parte de los periféricos.

En ese sentido, debido a la capacidad de inmunidad respecto al ruido electromagnético, la capacidad de alcance a nivel de distancia, su robustez en términos de seguridad y la cantidad de nodos que soporta en el mismo bus; este es el estándar elegido por excelencia para aplicaciones industriales.

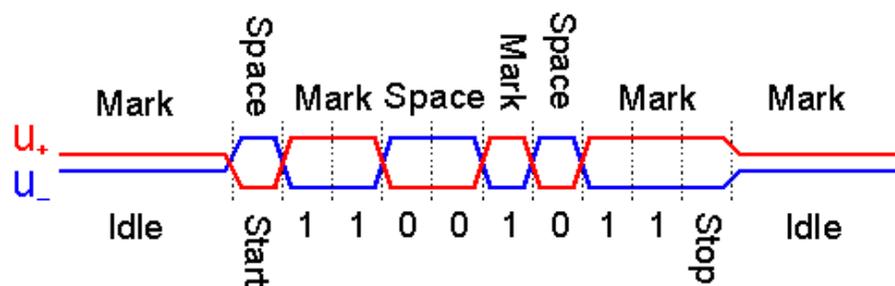


Figura 36. Diferencial de voltaje en transmisión RS-485
Recuperado de: <http://www.chipkin.com/what-is-rs485-eia-485>

Como se muestra en la *Figura 36*, la diferencia de potencial producida para indicar cada unidad binaria (1 o 0) debe ser por lo menos 0.2V para que la señal sea válida. A la vez, este diferencial de voltaje permite que los dispositivos puedan comunicarse a más de un kilómetro de distancia, resistiendo cualquier interferencia electromagnética producidas por equipos eléctricos cercanos tales como motores eléctricos, artefactos con antenas radio difusoras, etc.

2.2.6 Modelo industrial de comunicación serial MODBUS

El modelo MODBUS forma parte de la familia de protocolos industriales de bajo nivel, aplicados en la industria de la automatización, robótica, seguridad, control y monitoreo. Este se encuentra normalmente implementado en la capa de aplicación (la séptima) del modelo OSI y proporciona los métodos y medios necesarios para

permitir la comunicación en serie de múltiples dispositivos conectados en diversos tipos de redes y plataformas.

En ese sentido, es preciso mencionar que MODBUS, a pesar que fue estandarizado desde 1979, su uso continúa creciendo en la actualidad, habilitando el uso de millones de dispositivos en el mundo de la automatización.

MODBUS es un protocolo petición-respuesta cuya arquitectura se basa en una relación de dispositivos tipo maestro-esclavo, es decir, que cada nodo esclavo requiere una llamada desde un nodo maestro para este poder comunicar un estado o ejecutar alguna función. Ningún nodo esclavo puede iniciar la comunicación puesto que los datos viajan por el mismo canal y requiere un coordinador maestro que inicie la conversación.

Por lo general, el nodo o dispositivo maestro suele ser una aplicación computarizada, un sistema SCADA, un transceptor TCP/IP o un equipo inteligente que funcione como enlace entre diversos nodos esclavos. En ese sentido, los nodos esclavos por lo general son sensores o dispositivos con funcionalidad limitada o pasiva que responden a las peticiones realizadas por los nodos maestros.

En la *Figura 37* se presenta un ejemplo de cómo diversos dispositivos pueden estar conectados en serie por medio de un solo bus de comunicación. Asimismo, dependiendo la naturaleza del sensor o nodo esclavo utilizado, el dispositivo maestro tendrá que comunicarse al esclavo utilizando la capa de enlace definida en el esclavo. En dicha figura, se puede observar dos transceptores, uno RS485 y el

otro RS232 los cuales hacen interface con todos los dispositivos en el mismo servidor maestro.

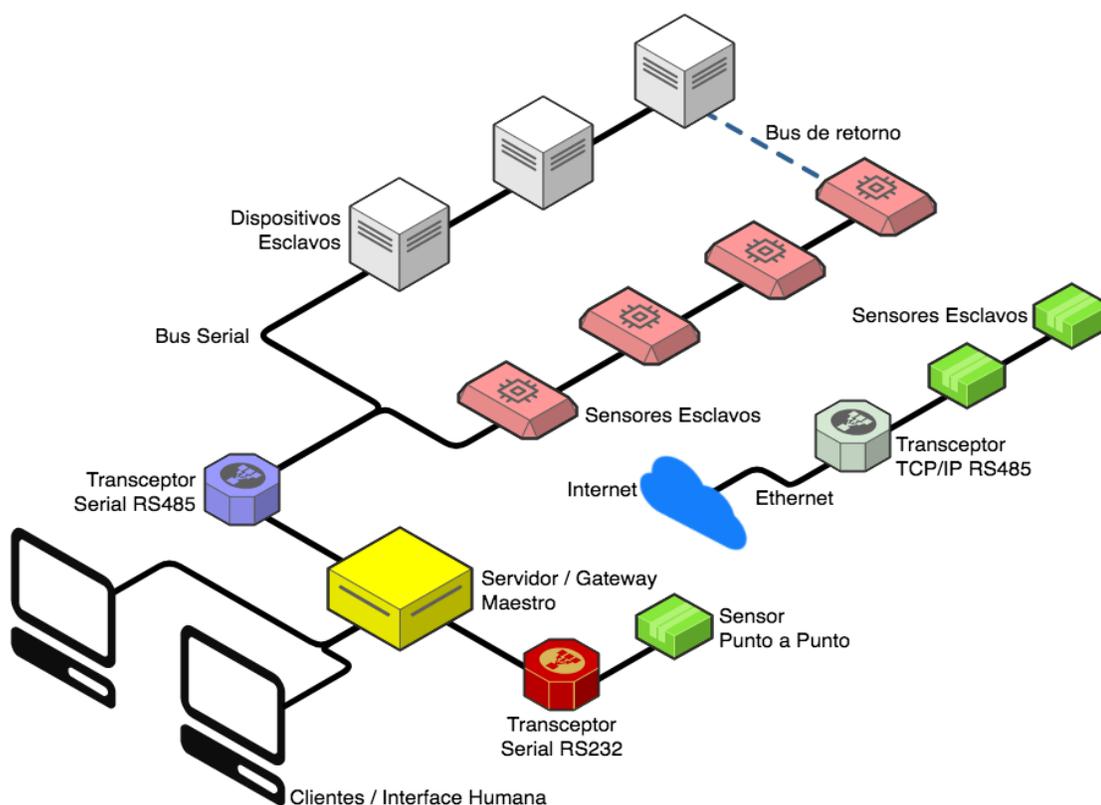
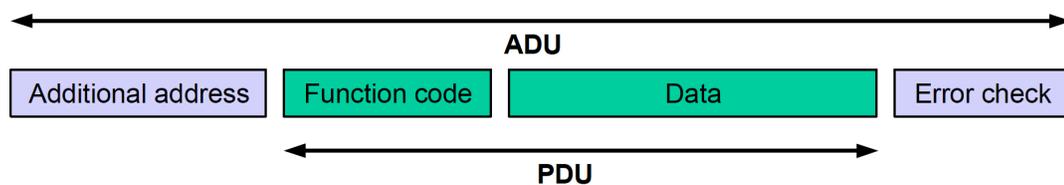


Figura 37. Esquema de conexión entre diversos dispositivos y un servidor maestro a través de transceptores seriales y el modelo MODBUS
Fuente: Propia

En este esquema, es preciso mencionar que, cada dispositivo debe tener una dirección única en el bus y esta debe tener un valor dentro del rango aceptado por la especificación MODBUS para así evitar conflictos en la coordinación maestro-esclavo procurando una comunicación efectiva.

2.2.6.1 Trama de datos

El modelo MODBUS permite comunicar efectivamente dispositivos sin importar el tipo de arquitectura de red utilizado. Es por ello que se utiliza una unidad de datos protocolar simple, o sus siglas en inglés: *Protocol Data Unit* (PDU), que actúa independientemente de las capas subyacentes de comunicación. Dicha unidad de datos es complementada con campos adicionales provenientes de las especificaciones del protocolo, como se expresa en la *Figura 38*.



*Figura 38. Trama general de datos utilizado por el modelo MODBUS
Recuperado de: <http://www.modbus.org>*

La unidad de datos de aplicación establecida por el modelo MODBUS, o sus siglas en inglés: *Application Data Unit* (ADU), es construida por el cliente que inicia la transacción, donde cada campo se compone de datos atómicos basados en bytes.

Como se observa en la *Figura 38*, el campo dirección o en inglés: *Additional Address*, representa la identidad del servidor al que se le está haciendo la solicitud. Dicha identidad o dirección MODBUS es representado por un byte, donde su valor puede estar definido desde 1 a 256, dando cabida a 256 posibles dispositivos conectados simultáneamente en un solo bus.

Asimismo, le sigue el campo *function code* o código de función, el cual representa el tipo de acción que debe ejecutar el dispositivo al cual se le está haciendo

referencia en la trama. Al igual que el campo de dirección, este se define con un byte cuyo valor puede ir desde 1 a 256.

De igual forma, el campo de datos, llamado en inglés: *Data*, representa los valores de los parámetros o el argumento que va acorde a la función que se está llamando. Este por lo normal está compuesto de uno o más bytes y define el comportamiento de la función en cuestión.

Finalmente, la trama se completa con un campo llamado *Error Check* o código verificador, donde la transacción es identificada con una firma digital la cual ayuda al dispositivo receptor validar que dicha trama esté libre de errores o interferencias. Este código verificador está compuesto de 2 bytes y oficialmente es llamado verificador de redundancia cíclica, o sus siglas en inglés: cyclic redundancy check (CRC) y consiste en una división binaria donde el remanente representa dicho código. El dispositivo emisor debe calcular el CRC en base a la trama construida y colocarlo al final, luego el dispositivo receptor debe calcular el mismo CRC y compararlo contra el CRC recibido; si no son iguales, el sistema debe tener la capacidad de tomar acciones correctivas.

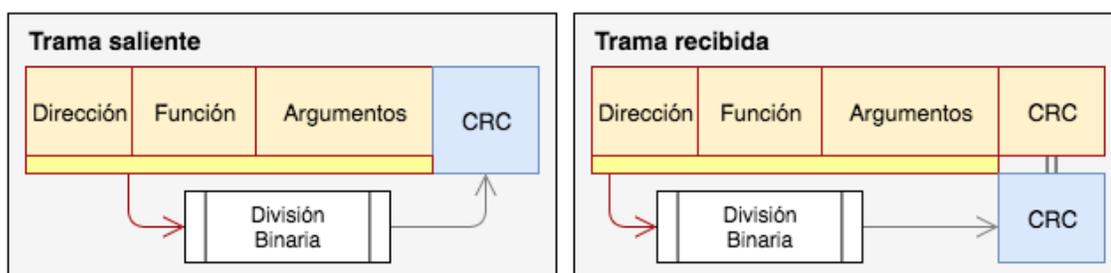


Figura 39. Comparación del CRC resultante de una división binaria contra el CRC de una trama recibida.

Fuente: Propia

2.2.6.2 Transacciones y funciones

El primer elemento que un servidor o dispositivo receptor debe validar es el código de función incluido al inicio del PDU. En caso que este no sea reconocido, el servidor deberá responder con una excepción. En ese sentido, los paquetes o bloques de datos están limitado a 253 bytes, por lo que esto hay que tomarlo en cuenta a la hora de implementar arquitecturas más complejas que requieran estructuras de datos personalizadas, tipos primitivos o esquemas completos de datos.

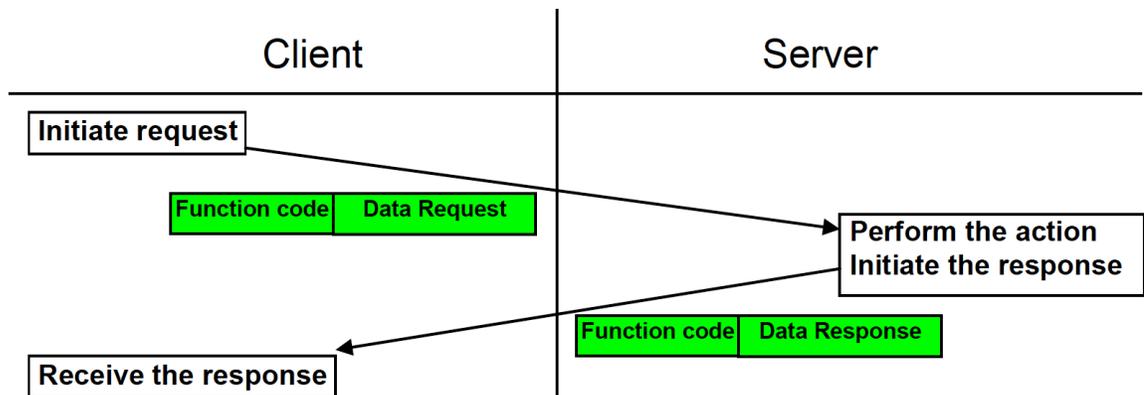
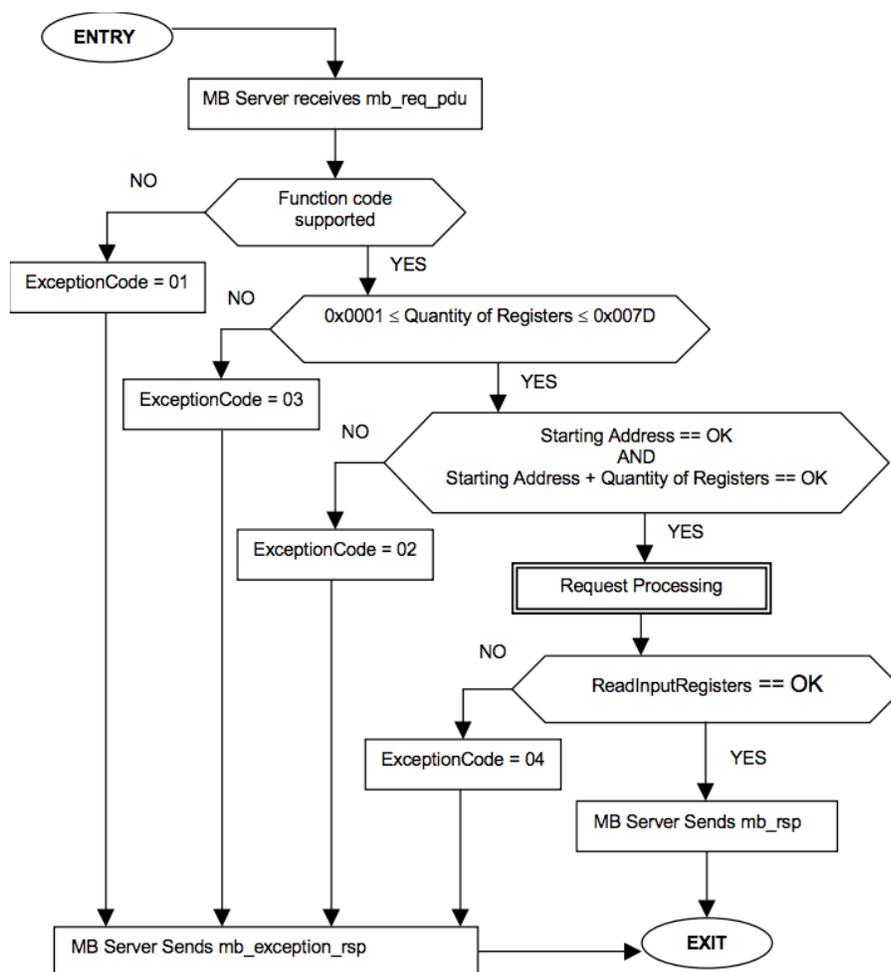


Figura 40. Proceso de comunicación maestro-esclavo durante una transacción
Recuperado de: <http://www.modbus.org>

Como se observa en la *Figura 40*, el cliente inicia la petición con un código de función y los parámetros necesarios para su ejecución. Posteriormente, estos llegan al servidor a través de la capa física, por ejemplo: RS-485. Luego, el servidor valida la trama y sus argumentos, ejecuta la acción correspondiente al código de función recibido y finalmente responde con el mismo código incluyendo los datos y argumentos producidos por la ejecución.

Independientemente de la función llamada, como se observa en la *Figura 41*, cada esclavo debe validar el código de función, la cantidad de entradas, la dirección inicial, el rango y la función definida por el esclavo que, en este caso, realiza una lectura de bobinas.



*Figura 41. Diagrama de flujo de la función 01 – lectura de bobinas (0x01 Read Coils)
Recuperado de: http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b.pdf*

De forma parecida, las demás funciones atraviesan su correspondiente proceso de validación donde finalmente tienen en común la validación de la dirección, el código de función y el retorno de códigos de excepción en caso de fallas.

Como se observa en la *Tabla 4*, la especificación MODBUS indica que los dispositivos, dependiendo su alcance y funcionalidad, deberán implementar una más de estas funciones clase 1.

Código	Hex	Función	Tabla
1	0x01	Leer registro individual	Estado de bobina
2	0x02	Leer múltiples registros	Entradas discretas de bobina
3	0x03	Leer múltiples registros	Registro de salidas análogas
4	0x04	Leer registros de entrada	Registro de entradas análogas
5	0x05	Escribir registro individual	Estado de bobina
6	0x06	Escribir registro individual	Registro de salidas análogas
15	0x0F	Escribir múltiples valores	Salidas discretas de bobina
16	0x10	Escribir múltiples valores	Registro de salidas análogas

*Tabla 4. Códigos de funciones de clase 1 indicados en las especificaciones MODBUS.
Fuente: Propia*

Asimismo, estos códigos de función clase 1 procuran que el dispositivo tenga acceso a todos los tipos del modelo de datos que este tiene integrado.

2.3 Comunicación inalámbrica

La comunicación inalámbrica es un tipo de comunicación cuya capa física, dentro el modelo OSI, son las ondas electromagnéticas y engloba todos los procedimientos y protocolos necesarios para comunicar dos o más dispositivos sin que estos estén físicamente conectados.

La tecnología inalámbrica generalmente funciona a través de señales electromagnéticas que se emiten desde un dispositivo emisor con la finalidad de que otros dispositivos puedan recibir y procesar dicha señal. Es requerido que ambos dispositivos tengan la misma configuración protocolar para que estos puedan comunicarse correctamente.

En ese sentido, en la actualidad existen diversas variaciones en la tecnología y arquitectura empleada para la comunicación inalámbrica, por ejemplo:

- Comunicación satelital
- Comunicación móvil
- Redes inalámbricas wifi
- Comunicación infrarroja o lumínica
- Comunicación bluetooth
- Etiquetas de radio frecuencia (RF)

A pesar que todas estas tecnologías tienen propósitos y arquitecturas diferentes, todas tienen en común que utilizan como medio físico el electromagnetismo, lo que significa, que los dispositivos no requieren tener contacto físico a través de un conductor. Entre principales ventajas que tiene el uso de redes inalámbrica están:

- Costo efectividad. Debido a que no requiere una infraestructura física para interconectar los nodos; más bien se requieren puntos de acceso en localidades estratégicas.
- Conveniencia. Provee al usuario de una arquitectura simple de utilizar, donde no requiere interactuar de forma física con los dispositivos, así como también, disponibilidad para comunicar múltiples dispositivos de forma simultánea.
- Velocidad. Gracias a los protocolos de comunicación, hoy en día podemos contar con altos niveles de precisión y velocidad en la comunicación inalámbrica.

- Accesibilidad. Debido a la capacidad de cobertura que tienen las redes inalámbricas, aquellos usuarios en localidades remotas pueden tener acceso en cualquier momento.

2.3.1 Onda electromagnética

Las ondas se definen como la propagación de energía, por medio de una alteración oscilada de alguna propiedad física del medio. En otras palabras, propiedades como presión, densidad, campo eléctrico, campo magnético son alguna de las propiedades que se encuentran en constante interacción y están sujetas a propagar dichas propiedades en caso que se altere en algún punto del cuerpo.

Matemáticamente existe una función que verifica si la perturbación física es una onda de acuerdo a la *Ecuación 1*, donde la magnitud física de la perturbación propagada en el medio se expresa como una función tanto de la posición como del tiempo.

$$\nabla^2 \psi(\vec{r}, t) = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}(\vec{r}, t)$$

Ecuación 1. Función para expresar matemáticamente una onda
Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Onda>

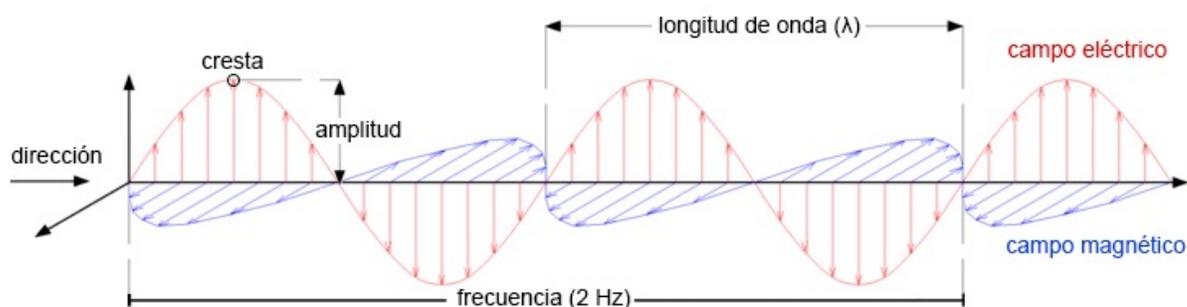
En el caso de la onda electromagnética, se refiere a la propagación radial de electromagnetismo, donde la energía es transferida por medio de la oscilación sincronizada de un campo eléctrico y otro magnético, perpendicular uno de otro, que viajan a la velocidad de la luz a través del espacio. Asimismo, la teoría de ondas se conforma como una característica rama de la física que se ocupa de las propiedades

de los fenómenos ondulatorios independientemente de cual sea su origen físico (Ostrovsky y Potapov, 1999).

Por otro lado, las ondas electromagnéticas representan la base fundamental de las tecnologías de comunicaciones inalámbricas, donde dependiendo la frecuencia que esta tenga, se podrá determinar el nivel de cobertura, la velocidad y las limitaciones que tendrá en el medio o entorno al que será expuesto.

2.3.1.1 Características de las ondas electromagnéticas

Como se ve en la *Figura 42*, la onda electromagnética tiene varias características físicas, independientemente del medio al cual fue expuesta:



*Figura 42. Componentes de la onda electromagnética.
Fuente: Propia*

- Dirección: hacia donde se dirige la propagación de la energía.
- Amplitud: es el máximo valor en metros que alcanza la onda perpendicular a la dirección desde la línea de equilibrio. Este valor puede ser negativo o positivo.
- Longitud de onda o período: representa el tiempo en segundos que tarda una onda en repetir su oscilación o ciclo partiendo de la línea de equilibrio.

- Frecuencia: es el número de veces o repeticiones que tiene un ciclo por periodo de tiempo, normalmente medido en hertzios.
- Cresta: es al punto máximo o mínimo de un ciclo.

2.3.1.2 Propiedades de las ondas electromagnéticas

- No requiere un medio físico o tangible para propagarse
- En el vacío viaja a la velocidad de la luz o a 3×10^8 m/s.
- La reducción de velocidad depende del coeficiente refractivo del ambiente
- Las ondas pueden ser polarizadas
- Las ondas tienen momento (*momentum*).
- No hay deflexión debido al campo magnético o eléctrico
- Pueden sufrir difracción e interferencia

2.3.2 Transmisor de ondas de radio

Para poder conseguir que un dispositivo pueda comunicarse con otro, es preciso comprender la lógica y física fundamental detrás de un transmisor de ondas de radio. Como se muestra en la *Figura 43*, un circuito transmisor consta de un oscilador el cual transfiere una perturbación eléctrica causada por la variación continua de la polaridad de la corriente. Esta energía es transferida de forma directa a una antena, produciendo finalmente un campo electromagnético con las mismas características de amplitud y frecuencia del circuito oscilador.

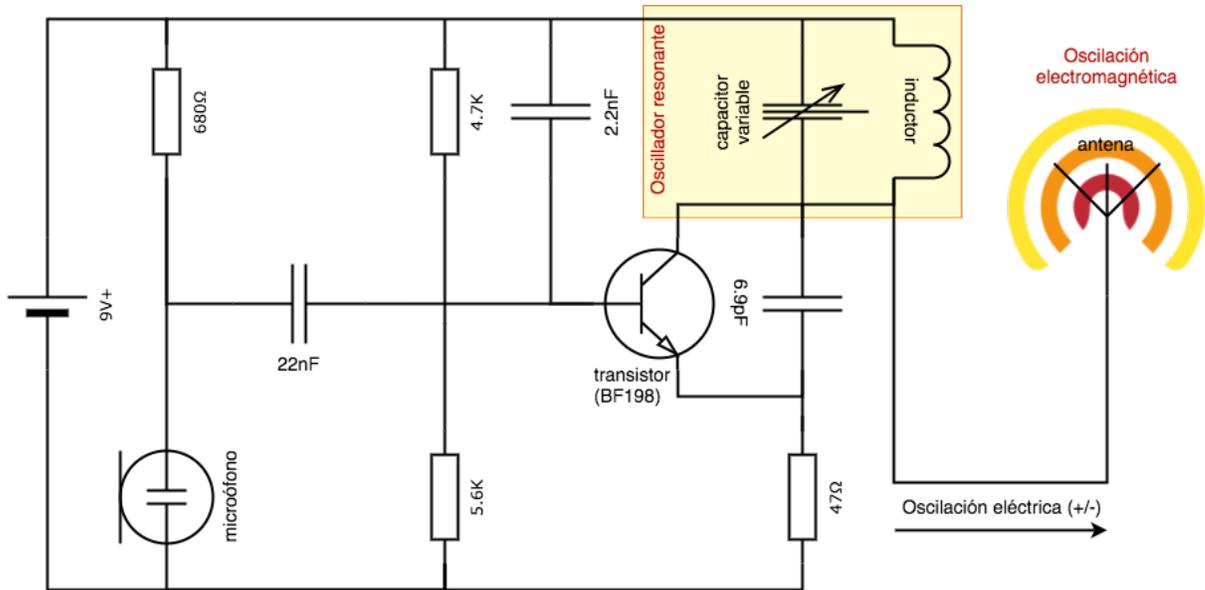


Figura 43. Esquemático de un circuito básico transmisor de frecuencia modulada (FM)
Fuente: Propia

En el contexto físico, esto se debe a que el flujo de electrones que transita en un conductor es esencialmente causado por la atracción entre del campo eléctrico de dichos electrones y los protones con carga positiva que se encuentran fijos en el conductor. Debido a que el campo eléctrico y el campo magnético de un electrón están perpendicular uno al otro, como se presenta en la *Figura 42*, a la hora de oscilar constantemente la polaridad del circuito, esto genera una onda transversal la cual es irradiada al espacio a la velocidad de la luz.

Finalmente, un circuito receptor, parecido al transmisor, es capaz de captar la perturbación electromagnética a través de otra antena y posteriormente procesar la onda recibida de forma análoga o digital.

2.3.3 Espectro de radio frecuencias

El espectro electromagnético contiene todos los rangos de frecuencias asociadas a la onda electromagnética. Entre estas están las ondas de radio, la luz, la radiación térmica, las microondas, la luz infrarroja, la luz ultra violeta, los rayos gamma, etc.

El tipo de radiación depende exclusivamente de la frecuencia o la longitud de onda que se presente y dicha longitud de onda determina el tipo de aplicación industrial o comercial que puede realizar.

Como se observa en la *Figura 44*, en el universo existe una amplia variedad de ondas electromagnéticas, que van desde las ondas AM o Amplitud Modulada, hasta los rayos gamma, los cuales exponen las frecuencias más altas vista por el ser humano. También, en dicha figura se puede apreciar el segmento del espectro utilizado mayormente para para aplicaciones industriales y comunicaciones inalámbricas, donde el rango de frecuencia va desde los 9 kHz hasta los 400 GHz.

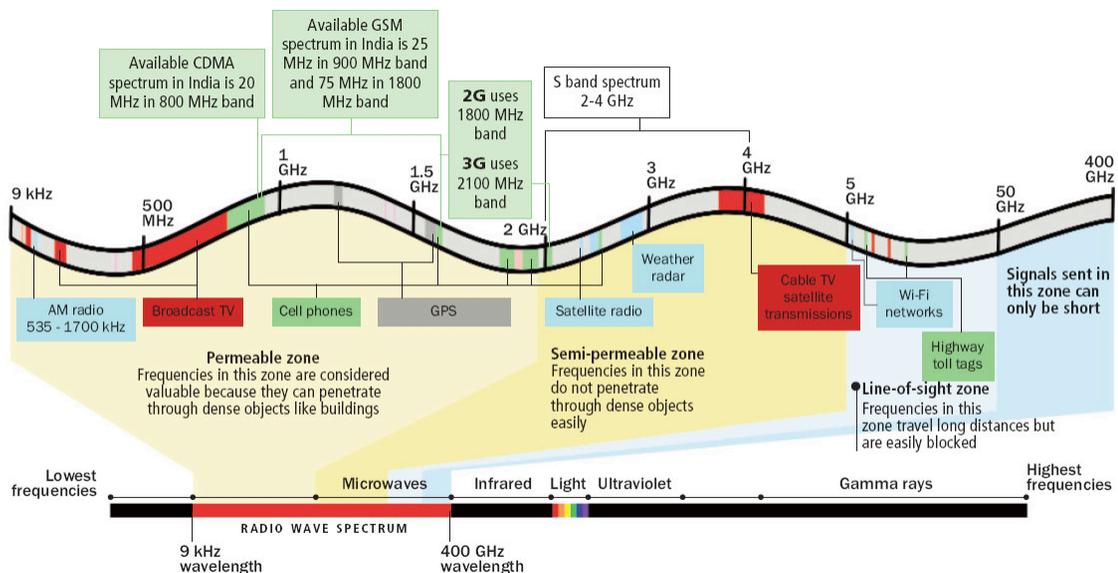


Figura 44. Espectro de radio frecuencias y sus aplicaciones
Recuperado de: <http://www.downtoearth.org.in/coverage/all-about-mobile-spectrum-33106>

Asimismo, existen varias zonas la cuales indican el nivel de permeabilidad o de penetración que tienen estas frecuencias a través del entorno físico o la atmosfera:

- Zona Permeable: zona altamente valorada debido a la capacidad que tienen estas frecuencias de penetrar objetos de gran tamaño y viajar largas distancias. Se aplica en el sector de la telefonía, geolocalización, radio y televisión.
- Zona semi-permeable: esta zona tiende a rebotar en objetos densos y se aplica en situaciones donde este tipo de característica es necesaria, como los radares de meteorología
- Zona visibilidad directa: este tipo de frecuencia tiene poco alcance debido a su bajo nivel de permeabilidad y por lo general es utilizada para comunicar redes de datos que requieran alta velocidad.

2.4 Microcontroladores

Un microcontrolador o MCU es una unidad o chip que contiene un circuito integrado con la capacidad de ejecutar acciones almacenadas en su memoria. Este por lo general está compuesto de varias unidades o subsistemas y periféricos de entrada y/o salida que le proporcionan sus características y funcionalidades.



*Figura 45. Microcontrolador Microchip PIC18F8720 en encapsulado de 80 pines
Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>*

Los microcontroladores tienden a ser comparados con pequeñas computadoras porque, al igual que estas, tienen un CPU, memoria RAM, memoria ROM y periféricos de entrada y salida. Estas unidades de procesamiento son altamente utilizadas en todas las industrias de tecnología, como son, la de comunicaciones, automatización, computación, automovilística, aérea, instrumental, comercial, educativa entre otras.

Hoy en día, la cantidad de aplicaciones que puede tener un microcontrolador son prácticamente ilimitadas. Debido a su bajo costo y alta versatilidad, miles de productos son fabricados día tras día con el objetivo de facilitar y automatizar las tareas cotidianas del ser humano. Asimismo, en el mercado actual, existen múltiples fabricantes de microcontroladores, y normalmente estos tienden a enfocar sus productos en áreas específicas de aplicación industrial.

2.4.1 Unidad central de procesamiento (CPU)

La unidad central de procesamiento o sus siglas en inglés: Central Processing Unit (CPU), es el responsable de ejecutar los programas que se encuentran almacenados en la memoria de solo lectura o sus siglas en inglés: *Read Only Memory* (ROM). Esta toma las instrucciones numéricas una por una, las interpreta y luego lleva a cabo las operaciones como resultado. Los firmwares o programas almacenados en esta memoria, consiste en una colección de estas instrucciones conjunto a información numérica o argumentos que posteriormente serían procesados por el CPU.

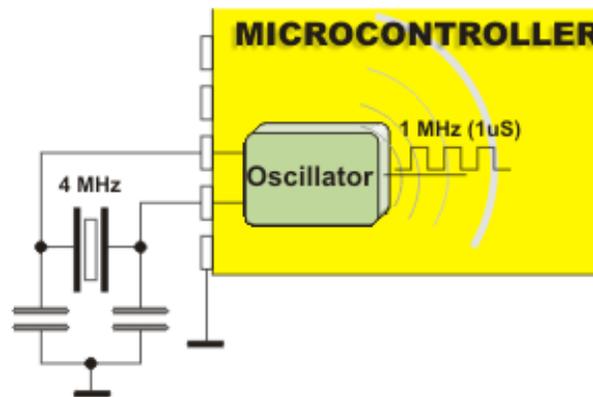


Figura 46. Componente oscilador del microcontrolador
Recuperado de: <https://learn.mikroe.com/ebooks/8051programming/chapter/what-is-what-in-the-microcontroller>

Normalmente, el CPU requiere una señal oscilante de manera que este pueda procesar bit por bit la información contenida en las instrucciones del programa. Esta señal contiene pulsos rectangulares normalmente proporcionados por un dispositivo externo llamado cristal de cuarzo, o en otros casos resonadores cerámicos, el cual es capaz de oscilar a cierta frecuencia de forma precisa. Cabe destacar que no

todas las instrucciones ejecutan en la misma velocidad, ya que cada una requiere varios pasos o pulsos emitidos por el oscilador, dependiendo la complejidad de esta.

2.4.2 Memoria de acceso aleatorio y solo lectura (RAM & ROM)

La memoria de acceso aleatorio o sus siglas en inglés: Random Access Memory (RAM), es utilizada para almacenar los valores que están sujetos a cambio durante el proceso de ejecución del programa contenido en la memoria de solo lectura o sus siglas en inglés: Read Only Memory (ROM). Por lo general, los valores contenidos en la memoria RAM se pierden al momento que la fuente de energía es removida, sin embargo, en el caso de la memoria ROM, esta no pierde dichos valores. Asimismo, la memoria ROM es la utilizada para almacenar la funcionalidad del microcontrolador, el programa o firmware que determinara el comportamiento.

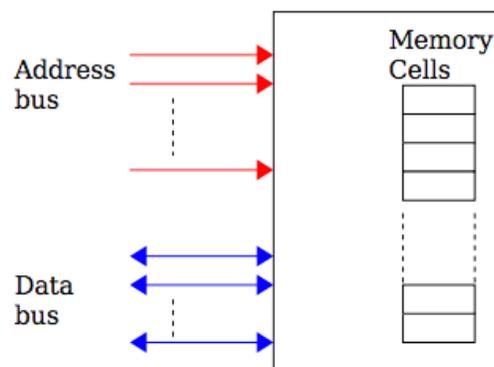


Figura 47. Estructura de la memoria en un microcontrolador
Recuperado de <http://eleceng.dit.ie/frank/msp430/microcontrollers.pdf>

Como se muestra en la *Figura 47*, tanto la memoria RAM como la ROM consisten en un arreglo de localidades de almacenaje, normalmente organizados en byte. Cada byte representa una dirección la cual es suministrada por un CPU externo con el objetivo de conectar dicha celda de memoria con el bus de salida.

2.4.3 Periféricos de entrada y salida

Los microcontroladores interactúan con el mundo exterior o con otros microcontroladores a través de puertos. Existen varios tipos de puertos:

2.4.3.1 Puerto digital o serie

Este permite que los periféricos externos se comuniquen utilizando señales digitales sincronizadas a una velocidad predeterminada a través de un conductor. Este tipo de puerto requiere que tanto el emisor como el receptor implementen el mismo protocolo de comunicación, puesto que cada bit es enviado de forma individual y en un tiempo específico. Este lapso de tiempo es utilizado por el periférico receptor para determinar si el bit es “1” uno o “0” cero.

2.4.3.2 Puerto analógico ADC

El puerto convertidor análogo-digital o sus siglas en inglés: Analog Digital Converter, provee al microcontrolador una entrada capaz de convertir señales análogas a valores digitales numéricos; consistentes con la magnitud del voltaje suministrado. Cada ADC cuenta con un rango de voltaje el cual es linealmente asociado con un valor numérico que por lo general va desde 8 bits (256 pasos) a 10 bits (1024 pasos), por lo que cada valor binario representa un nivel de voltaje.

Cada ADC puede tener un nivel de precisión determinado por el fabricante, en otras palabras, la entrada ADC de un microcontrolador cuenta con un nivel de resolución el cual indica la cantidad de pasos que puede indicar dependiendo el voltaje suministrado.

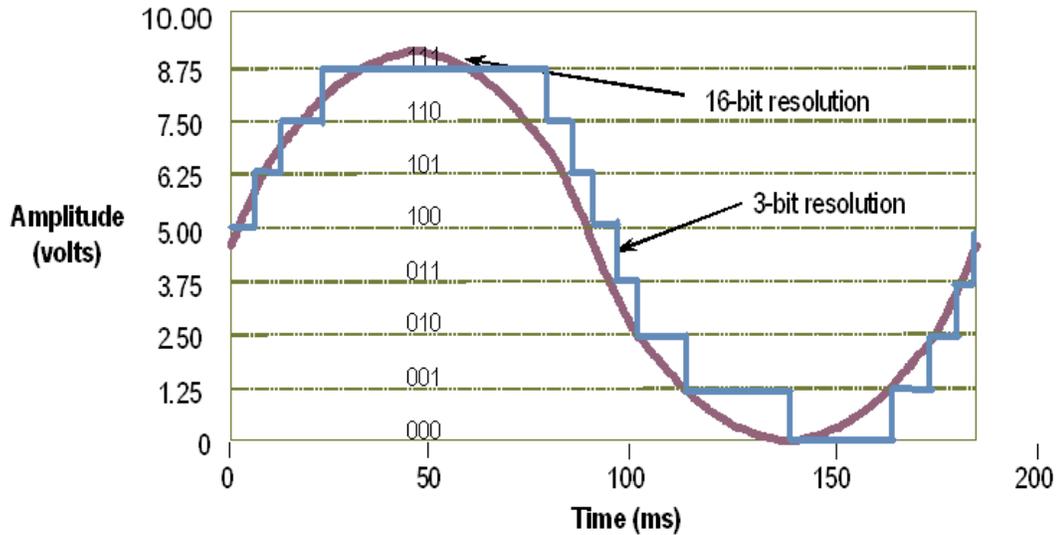


Figura 48. Convertir de 3 y 16 bits Análogo-Digital
 Recuperado de: <http://www.ni.com/cms/images/devzone/tut/b/9ee38d1a85.gif>

Por ejemplo, como se muestra en *Figura 48*, se exponen dos (2) conversiones, una de 16 bits de resolución, y otra de 3 bits de resolución. La primera, claramente tiene la capacidad de asignar 65,535 posiciones o valores dependiendo el nivel del voltaje, que va entre 0 y 10 voltios, mientras que la de 3 bits solo cuenta con 9 valores decimales.

2.5 Seguridad de la información

La seguridad informática o seguridad de tecnologías de la información es el área de la informática que se enfoca en la protección de la infraestructura computacional y todo lo relacionado con esta y, especialmente, la información contenida o circulante. Para poder lograr ese objetivo, se debe establecer y fijar normas que procuren la disminución de los riesgos que puedan perjudicar la confidencialidad, integridad y/o disponibilidad de los activos y las infraestructuras informáticas.

Asimismo, dichas normas incluyen horarios de uso, restricciones a ciertos lugares, autorizaciones, controles que mitiguen las vulnerabilidades, denegaciones, perfiles de usuario, planes de emergencia, protocolos y todo lo necesario que permita un buen nivel de seguridad informática, para así disminuir, tanto los riesgos, como aquellos posibles ataques que impacten de forma negativa a la organización.



*Figura 49. Triángulo de la seguridad de información.
Fuente: Propia*

En ese sentido, como se presenta en la *Figura 49*, este campo de la informática tiene como objetivo asegurar y preservar aspectos como, la integridad, la disponibilidad y confidencialidad de la información de una empresa para procurar una correcta gestión de sus recursos y activos.

2.5.1 Información

Se puede definir como “datos dotados de significado y propósito” (Manual CISM, 2015, ISACA). En ese sentido, todo sistema informático debe de procesar datos para producir información, dicha información es utilizada normalmente para tomar decisiones, ya sean de forma automática o gestionada por una persona.

Normalmente, la información producida por una empresa es uno de sus activos más importantes debido a que en base a este, la empresa tiene la capacidad de proyectar el futuro de forma más precisa y segura, disminuyendo así, los riesgos que pueda traer con él.

2.5.2 Activo

Los activos son aquellos recursos (hardware, software, datos, información) con los que cuenta una empresa. En otras palabras, se refiere a cualquier información o elemento relacionado con el tratamiento de la misma (sistemas, soportes, edificios, personas...) que tenga valor para la organización. Normalmente los activos ayudan a completar uno o varios procesos en los cuales la organización se apoya para poder cumplir sus objetivos.

2.5.3 Integridad

La integridad se fundamenta en asegurar que la información obtenida sea fiable, de manera que esta no sea alterada o modificada por ninguna persona o dispositivo no autorizado. Es por ello que existen técnicas para encriptar y firmar de forma digital aquellas transacciones de información sensibles.

2.5.4 Confidencialidad

La confidencialidad procura permitir el acceso a la información y los recursos solo a aquellos usuarios o consumidores que tengan la debida autorización. También, por medio de ciertas reglas y consideraciones, limita el acceso a dichos usuarios ya sea de manera temporal o indefinida, de manera que, los activos y la información que tenga la empresa tendrán un grado de protección contra aquellos que no requieran

interactuar con dichos activos. Asimismo, se consideran otros aspectos que pueden determinar si el usuario puede consumir la información. Por ejemplo, el lugar en que se encuentre, la fecha o el momento en la cual se realiza la petición, etc.

2.5.5 Disponibilidad

La disponibilidad es la capacidad que tiene un sistema de garantizar que los datos que produce puedan ser utilizados en cualquier momento. Asimismo, este aspecto procura que un sistema funcione de forma correcta y rápida, sin negar acceso a usuarios autorizados.

2.5.6 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad constituye un factor que indica el nivel de peligro en que se encuentra un sistema en su forma original. Se puede decir que es un punto débil en un sistema de información. Es decir, indica que un elemento o activo de dicho sistema puede ser fácilmente violado por un atacante y así mismo pueden causar daños por sí mismos sin tratarse de un ataque intencionado. Las vulnerabilidades se les consideran un elemento interno del sistema, por lo que es tarea de los administradores y usuarios el detectarlos, valorarlos y controlarlos.

Aunque a simple vista se puede entender que un Riesgo y una Vulnerabilidad se podrían englobar un mismo concepto, una definición más informal denota que la Vulnerabilidad está ligada a una Amenaza y el Riesgo a un Impacto, en ese sentido, se puede describir la relación entre vulnerabilidad, amenaza y control de la siguiente manera: una amenaza puede ser bloqueada aplicando un control a una vulnerabilidad.

2.5.7 Amenazas

Causa potencial de un incidente no deseado, que puede provocar daños a un sistema o a la organización, es decir, es la probabilidad de éxito que tenga una acción o evento a la hora de explotar una vulnerabilidad. No sólo las amenazas que surgen de la programación y el funcionamiento de un dispositivo de almacenamiento, transmisión o proceso deben ser consideradas, también hay otras circunstancias que deben ser tomadas en cuenta e incluso no informáticas.

2.5.8 Controles

Son mecanismos de seguridad que evitan de forma proactiva que las amenazas puedan explotar las vulnerabilidades. Estos normalmente son acciones, procedimientos, dispositivos o técnicas que tratan de reducir las amenazas disminuyendo las vulnerabilidades o simplemente eliminando el activo que las trae.

2.5.9 Riesgos

El riesgo es la probabilidad que tiene cierta amenaza de causar alteraciones, positivas o negativas, en un lugar y momento determinado, a la hora de explotar una vulnerabilidad.

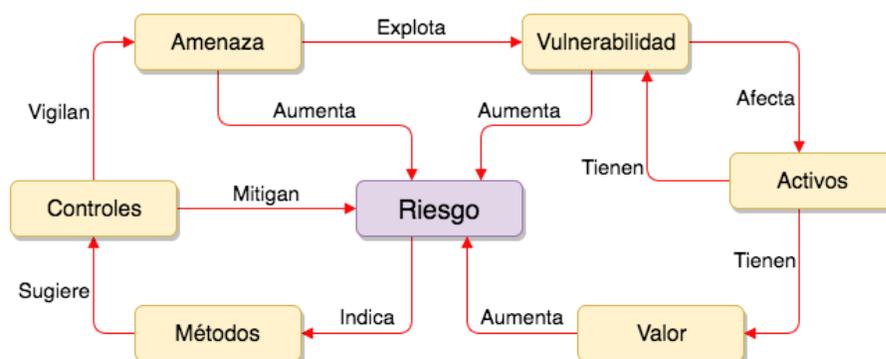


Figura 50. Mapa conceptual del riesgo en el contexto de la seguridad de información.
Fuente: Propia

2.5.10 Ataque

Un ataque informático consiste en aprovechar alguna debilidad o falla en el software, en el hardware, e incluso, en las personas que forman parte de un ambiente informático; para obtener un beneficio, por lo general de condición económica, causando un efecto negativo en la seguridad del sistema, que luego pasa directamente en los activos de la organización.

En otras palabras, es un intento organizado e intencionado causada por una o más personas para causar daño o problemas a un sistema informático o red. Los ataques en grupo suelen ser hechos por bandas llamados "piratas informáticos" que suelen atacar para causar daño, por buenas intenciones, por espionaje, para ganar dinero, entre otras. Los ataques suelen pasar en corporaciones.

2.5.11 Impacto

Es una medida del nivel de consecuencia tiene una amenaza al materializarse. Normalmente el impacto es directamente proporcional al valor que tiene el activo para la organización. Este indicador se utiliza por la matriz de riesgos para calcular el nivel de riesgo que expone la posibilidad de que ocurra el evento y el impacto causado por el activo afectado.

2.5.12 Encriptación

La encriptación es el proceso de hacer los datos ilegibles por otro humano u otro sistema informático, con el propósito de prevenir que otros tengan acceso a su contenido sin autorización. La encriptación de datos por lo general se hace por medio de algoritmos matemáticos que utilizan un código especial (llave) con el que

generan la salida encriptada. Dicha llave es requerida por los sistemas que sí tienen autorización para poder des encriptar dicha salida y consumir los datos en su contenido.

2.6 Servidor Web

Un servidor web es un programa que reside en un computador y es capaz de aceptar conexiones a través de protocolo TCP/IP y procesar peticiones digitales vía HTTP o Protocolo de transferencia de hipertexto con el objetivo de servir resultados a sus clientes remotos ya sean dinámicos o estáticos. Dichos clientes son computadores utilizadas por usuarios que hacen peticiones al servidor web.

Los computadores de alto rendimiento o servidores, pueden alojar en sí múltiples aplicaciones o programas con servicios que sirven un propósito específico. Uno de ellos es el servidor web, dedicado exclusivamente para aplicaciones web, las cuales pueden ser utilizadas y consumidas a través de un navegador web.

2.6.1 Modelo nodo a nodo (P2P)

En este modelo, las aplicaciones ejecutan en el mismo nivel, intercambian información compartiendo los mismos recursos y tienen la capacidad de servir como consumir servicios de otros nodos, es decir, cualquier proceso puede actuar, tanto como servidor o como cliente. En ese sentido, este tipo de arquitectura establece que las aplicaciones estén construidas de forma similar, o en muchos casos, que sean exactamente la misma, pero ejecutando en diferente hardware.

2.6.2 Modelo cliente-servidor

El modelo cliente-servidor es una arquitectura que describe como un dispositivo central provee recursos o servicios a uno o varios dispositivos clientes o consumidores. En lo particular, no es la capacidad del hardware, o el tipo de computador que indica este es un servidor o no; más bien, es la habilidad de servir las peticiones que otros sistemas hacen, de manera que, cualquier cliente pueda interpretar las respuestas.

En la internet, por lo general, un sitio web tiene la capacidad de manejar cientos de peticiones de forma simultánea, sin embargo, cada computador físico tiene un límite de desempeño, por lo que existen técnicas como la computación distribuida. Esta técnica intenta diversificar los aspectos físicos, de tal modo que, el mismo sitio web pueda funcionar sin importar la cantidad de conexiones o peticiones que los clientes realicen.

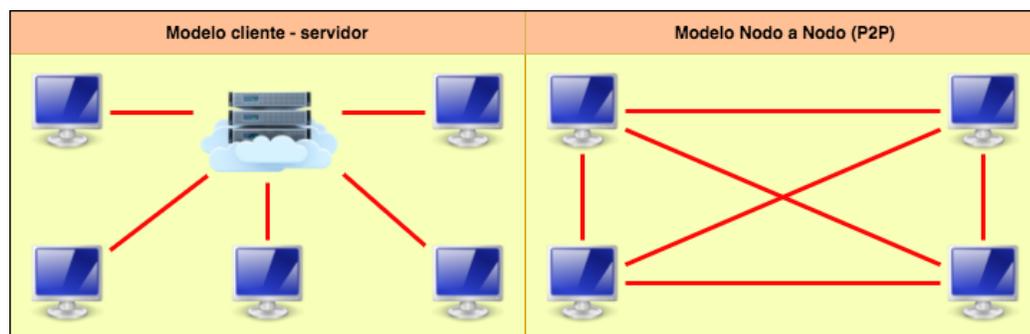


Figura 51. Diagrama comparativo del modelo cliente-servidor contra el modelo nodo a nodo (P2P)
Fuente: Propia

2.6.3 Aplicación Web

Una aplicación web es un programa que se aloja en un servidor web y es consumido, incluso ejecutado, por clientes a través de un navegador web de forma remota. La principal característica es que son aplicaciones centralizadas que pueden ser

accedidas de forma remota a través de la red y utilizadas de forma simultanea por diversos usuarios.

Estas aplicaciones que están alojadas en un servidor común y tienen la capacidad de aceptar peticiones de cualquier cliente, procesarlas y luego responder al mismo en formato HTML, con el propósito de que el navegador remoto pueda mostrar la interface de usuario y este pueda hacer otra petición.

2.7 Base de datos

Desde el contexto de sistemas de información, una base de datos es una colección o conjunto de datos organizados y estructurados de forma tal que puedan ser consumidos, por lo general, por un sistema o aplicación con el objetivo de obtener información relevante para la toma de decisiones.

Normalmente, estos datos son almacenados en tablas, la cuales son estructuras que ordenan los datos en filas y columnas, de manera tal que, exista una relación entre los esos datos y la entidad la cual se pretende representar.

2.7.1 Tipos de base de datos

El primer paso a la hora de diseñar una base de datos es la planificación y análisis. En este proceso se diagnostica el flujo que tienen los datos en una organización o entidad, de tal modo que, sea posible determinar el tipo de base de datos a utilizar y poder cubrir la mayor cantidad de escenarios.

2.7.1.1 Base de datos neuronal o de red

De acuerdo con Nilson, J.N en su libro “Machine Learning”, “Una red neural es una red de elementos no lineales interconectados a través enlaces con pesos ajustables”. En ese sentido, el peso referido es el coeficiente relativo de importancia que tiene un nodo o elemento en su entrada.

Asimismo, los pesos son variables que pueden cambiar y adaptarse de acuerdo a la intensidad de la señal de entrada registrada por el nodo externo. De igual manera, las redes neuronales están compuestas por nodos y capas, donde los nodos hacen parte de las capas y existe conexión tanto entre nodos como en las capas, por tal complejidad esta es una herramienta que se recomienda para problemas con gran cantidad de datos y en las que usaremos algoritmo de clasificación o regresión.

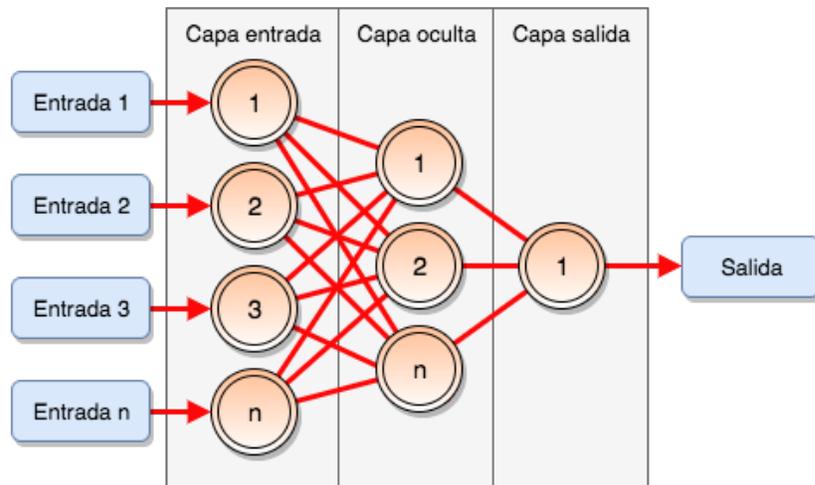


Figura 52. Estructura de una neurona en una red neuronal.
Fuente: Propia

Este tipo de base de datos se usa para almacenar grafos y su flexibilidad la hace ideal para aplicaciones de inteligencia artificial y análisis avanzado de patrones de datos.

2.7.1.2 Base de datos jerárquica

En este tipo de estructura, los datos son organizados en forma de árbol, donde cada elemento depende del anterior, es decir, que cada elemento solo puede tener un elemento padre y uno o varios elementos dependientes o hijos, con excepción del primer nodo el cual carece de elemento padre.

En este tipo de base de datos los elementos son almacenados como registros donde cada uno estaba conectado al otro por medio de enlaces. Asimismo, un registro es una serie de campos donde cada uno contiene un valor determinado.

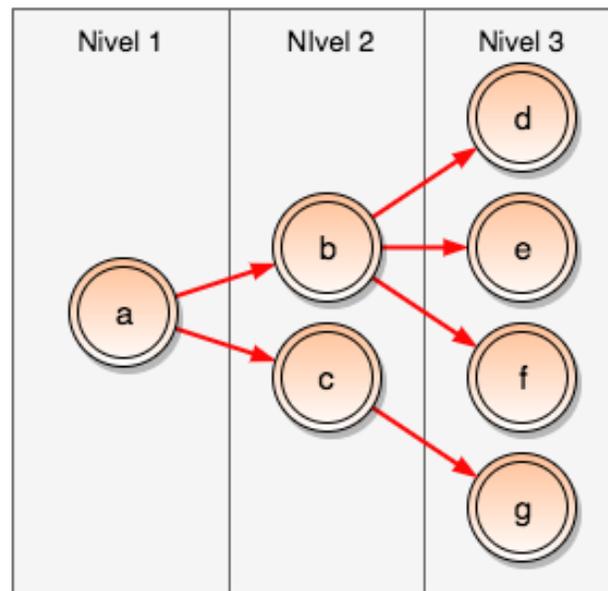


Figura 53. Esquema de una base de datos jerárquica.
Fuente: Propia

2.7.1.3 Base de datos relacional

Las bases de datos relacionales se basan en estructuras de tablas interrelacionadas por medio de encajes que asocian 2 columnas. En este tipo de estructura, es necesario que las tablas tengan una columna o campo que represente, por medio

de un valor único, cada registro. Este campo es llamado, capo clave, el cual es utilizado por registros de otras tablas con el objetivo de establecer la relación.

Cabe destacar que este tipo de base de datos es uno de los más utilizados debido a su versatilidad y compatibilidad con los actuales sistemas de información.

2.7.1.4 Base de datos orientada a objetos

En el caso de este tipo de base de dato, cada registro es almacenado en forma de objeto, es decir, cada elemento o registro puede tener una funcionalidad previamente definida en el modelo de datos, lo que permite que la misma base de datos tenga un comportamiento y funcionalidad inteligente.

Este modelo, las tablas son llamadas entidades, y sus columnas son atributos o propiedades que almacenan algún tipo de dato. Asimismo, estas entidades tienen métodos que con capacidad de ejecutar una acción y procesar sus propios datos.

2.7.2 Modelo Entidad-Relación

El modelo entidad-relación o ER define las reglas necesarias para poder modelar de forma conceptual los objetos del mundo real a un plano abstracto donde cada elemento tiene una relación con otro.

Este método es comúnmente utilizado para diseñar modelos de base de datos relacionales, lo que proporciona una herramienta versátil y estandarizada a la hora de representar los procesos de un negocio en entidades relacionadas. En ese sentido, una entidad responde a la representación de un objeto cotidiano o del mundo real a un plano abstracto y minimalista.

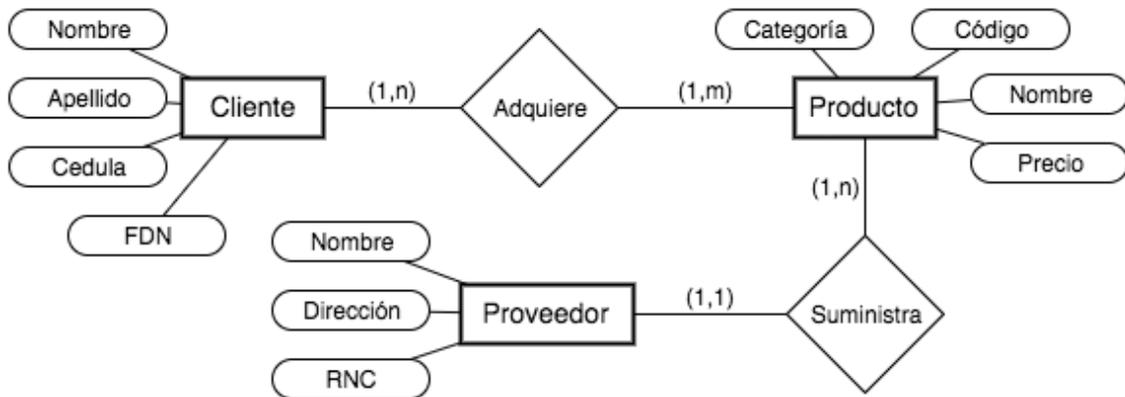


Figura 54. Ejemplo de un modelo entidad-relación.
Fuente: Propia

2.8 Computación en la Nube

La computación en la nube es un concepto que engloba todo sistema informático, ya sea hardware y/o software que se encuentra instalado en localidades remotas, las cuales son mantenidas por proveedores o terceros. Dichos sistemas normalmente se conocen como Software como Servicio o sus siglas en inglés: *Software as a Service* (SaaS). Este tipo de arquitectura busca reducir los costos de operación de aquellos usuarios que no tienen la capacidad económica o tiempo para dedicar al mantenimiento, tanto del software como de la infraestructura que lo sostiene.

De igual forma, la computación en la nube permite disponer de tecnología avanzada donde cualquier tipo de usuario puede sacar ventaja sin este tener que incurrir en gastos extensos de hardware, software o mantenimiento. Asimismo, hay proveedores con un nivel más especializado que se dedican por completo a brindar ese tipo de servicio, llamado Infraestructura como Servicio o sus siglas en inglés: *Infrastructure as a Service* (IaaS). Este último, pone a disposición una plataforma donde los usuarios pueden, de forma personalizada, construir sus infraestructuras

de forma virtual sin necesidad interactuar físicamente con el hardware o los sistemas operativos.

2.8.1 Tipos de computación en la nube

No obstante, las ventajas que ofrecen los diversos proveedores de servicios en la nube como, por ejemplo, la fácil instalación, la flexibilidad, los contratos a corto plazo, la escalabilidad y la economía, una desventaja que es percibida por lo general es la falta de seguridad. Es por ello que, existen tres clasificaciones en cuanto al tipo servicios en la nube:

2.8.1.1 Servicio publico

La nube publica es el tipo de plataforma generalmente más popular y fácil de comprender. Normalmente es la más conveniente en términos económicos, facilidad de uso y escalabilidad debido a que esta fue concebida para compartir sus recursos infraestructurales con otros clientes. Asimismo, otros recursos como la información y los datos que se almacenan en la nube publica, están sujetos a traspaso de un servidor físico a otro, inclusive de una localidad geográfica a otra. Debido a estos factores, la nube publica no figura como la opción más segura que pueda tener una empresa de gran escala.

2.8.1.2 Servicio privado

La plataforma en la nube privada permite al usuario tener mayor control y por ende mayor seguridad. Este tipo de servicio privado puede ser la mejor opción para empresas que tienen inconvenientes legales a la hora de almacenar la información privilegiada de sus clientes, inclusive, estas pueden beneficiarse de no tener que

preocuparse por incurrir en gastos adicionales para protección de información de propiedad intelectual.

La principal ventaja de un servicio en la nube privado es que permite a la empresa la gestión personalizada de una infraestructura flexible para las operaciones internas de TI, incluyendo, la habilidad de interactuar con sistemas y proveedores externos más fácil y por múltiples vías.

2.8.1.3 Servicio híbrido

Un servicio híbrido es aquel que permite una mezcla optimizada de lo mejor de los dos mundos, el privado y el público. Este tipo de infraestructura permite la selección de diversos elementos, ya sean públicos o privados, y adaptarlos a las necesidades de la empresa. Esta opción provee un balance de conveniencia y seguridad, sin limitar las características de flexibilidad, escalabilidad y costo efectividad.

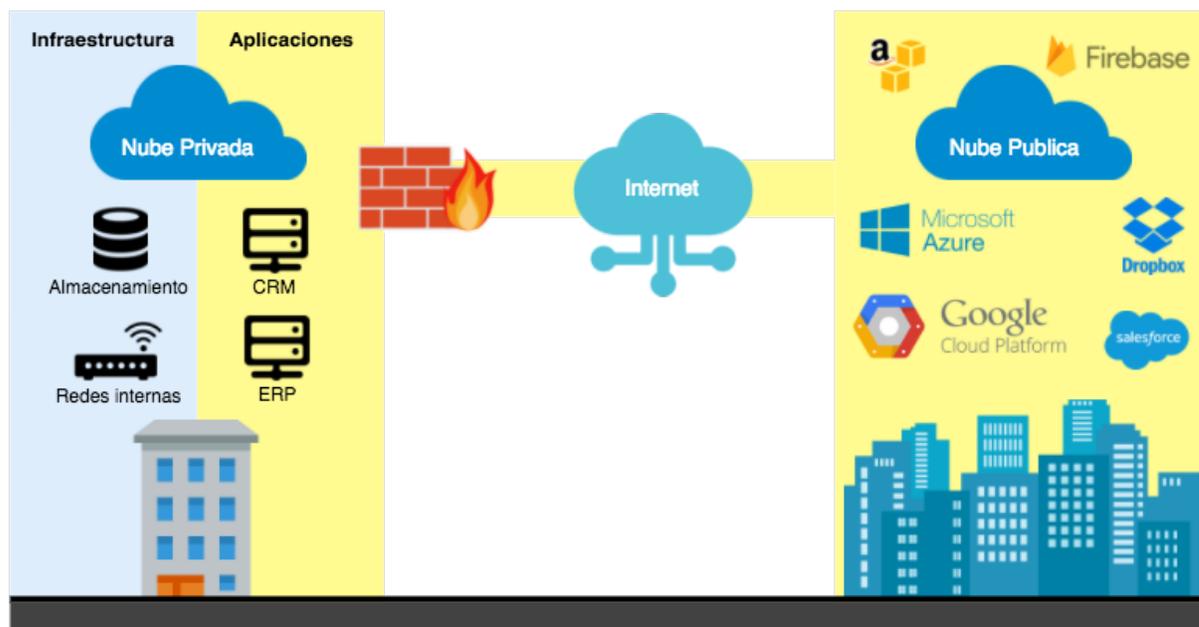


Figura 55. Ecosistema de servicios de la nube híbrida.
Fuente: Propia

Asimismo, este modo de arquitectura en la nube, permite que los empresarios estén a la vanguardia de la tecnología, mientras se benefician del alojamiento de sus activos de información en servidores privados seguros, mientras aprovechan las ventajas de costo y flexibilidad en servidores compartidos con otros aspectos que no requieran ese nivel de seguridad.

2.8.2 Modelos de servicios

Los servicios en la nube se subdividen en tres grandes categorías: servicios de infraestructura, plataforma y aplicación. Asimismo, cada uno depende del otro y se basan en un marco específico que delimita sus funciones.

Como se presenta en la *Tabla 5*, cada uno va dirigido a un consumidor específico, tienen diversos servicios, donde uno con otro se complementan, y en general todos procuran proveer la infraestructura necesaria, con el objetivo de, que el usuario o consumidor final pueda satisfacer sus demandas.

	SaaS	PaaS	IaaS
Función	Presentación	Desarrollo	Alojamiento
Consumidor	Usuario final	Dueño de aplicación	Dueño de aplicación
Servicios	Aplicaciones compartidas APIs	Escenarios de desarrollo Bases de datos Integración Sistemas operativos Servicios aplicativos Servicios web Herramientas desarrollo Ejecución	Almacenamiento físico Servidores virtuales Redes Infraestructura Balance de carga
Ejemplos	Aplicaciones CRM Correo electrónico Aplicaciones ERP Aplicaciones colaborativas Aplicaciones multiusuarios Juegos multijugador	Desarrollo de aplicaciones Transmisión de audio y video	Cacheo Seguridad Manejo de sistemas Alojamiento web Dominios

Tabla 5. Comparación entre los diversos modelos de servicios en la nube.

Fuente: Propia

2.8.2.1 Infraestructura como servicio (IaaS)

Infraestructura como servicio o sus siglas en inglés: Infrastructure-as-a-service (IaaS), es el primer nivel del modelo de servicios donde el usuario puede disponer de recursos tecnológicos de forma virtual. Estos recursos o hardware, aunque pertenecen físicamente al proveedor, estos están funcionando a beneficio del usuario de manera remota.

IaaS es el modelo más flexible de la computación en la nube ya que provee un control absoluto sobre la infraestructura, permitiendo la colocación de componentes de forma automática a medida que la aplicación del negocio crece, por ejemplo, el nivel de espacio de almacenamiento, la capacidad de procesamiento, el ancho de banda, la distribución de redes, etc.

Entre los proveedores más conocidos en este tipo de modelo a la fecha (2017), podemos mencionar a: Amazon Web Services, Microsoft Azure, VMWare, Rackspace, Atlantic y Google Cloud.

2.8.2.2 Plataforma como servicio (PaaS)

Plataforma como servicio o sus siglas en inglés: platform-as-a-service (PaaS), es la segunda modalidad de servicio en la nube que permite al consumidor, establecer los servicios internos y procesos del negocio. El modelo de plataforma como servicio se enfoca en proveer una base que de soporte a los aplicativos corporativos, las integraciones, manejo de bases de datos, manejo de procesos de negocios, etc.

Asimismo, una gran variedad de proveedores ofrece diversas soluciones para el desarrollo y despliegue de aplicaciones web, como por ejemplo la virtualización de

sistemas operativos y servidores. Este tipo de servicio permite que el negocio se enfoque exclusivamente en los aspectos del negocio y el valor que agrega su aplicativo.

2.8.2.3 Software como servicio (SaaS)

El tercer y último modelo llamado software como servicio o sus siglas en inglés: Software-as-a-Service (SaaS), procura que el usuario final no tenga lidiar con aspectos técnicos a la hora de consumir los servicios de una aplicación determinada. En este modelo, el cliente podrá aprovechar las ventajas de una aplicación web robusta, completa, multiplataforma, global y funcional sin que este tenga que incurrir en gastos extraordinarios de desarrollo, despliegue o infraestructura; ya que todos estos gastos son compartidos por los diversos clientes que la consumen.

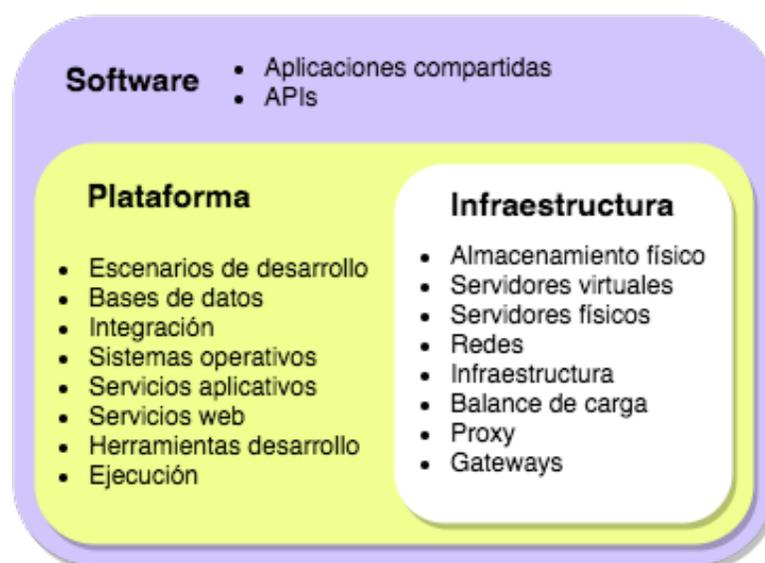


Figura 56. Dependencia entre los modelos de servicios en la nube.
Fuente: Propia

En ese sentido, la metodología normalmente empleada es la de licenciamiento por suscripción, lo que significa que el usuario debe pagar una cuota para tener derecho a consumir el aplicativo. Por lo general las cuotas son mínimas y se pagan de forma mensual o anual.

RESUMEN

Durante el capítulo, se pudo apreciar de manera detallada, cómo funcionan las redes de comunicación, el tipo de arquitectura y la importancia del modelo OSI. Este último ha sido esencial para el desarrollo de los protocolos que hoy en día utilizamos de manera cotidiana. También, parte de las definiciones expuestas en el capítulo, fueron conceptos físicos, matemáticos y electrónicos, los cuales son la base fundamental de todos los componentes y elementos computacionales, que hoy en día, nos permiten realizar soluciones de esta magnitud.

Asimismo, se explicó cómo funcionan los protocolos de comunicación más importantes de la actualidad, así como también, el modelo MODBUS, el cual funge como el principal modelo dentro de la arquitectura empleada en el análisis de esta propuesta.

En ese sentido, en el capítulo, fue explicado de manera básica el funcionamiento general de los microcontroladores, cómo interactúan con su medio, su estructura física y arquitectura interna.

Finalmente, se definieron los conceptos de seguridad con el objetivo de ayudar al lector a comprender a cabalidad los riesgos inherentes que se presentan en todo proyecto de software.

CAPÍTULO III

INFRAESTRUCTURA DE ENVASADORAS DE GLP

INTRODUCCION

En el capítulo a continuación, se exponen los conceptos principales que guardan relación directa con el comercio de gas licuado de petróleo (GLP). En ese sentido, se mencionan y explican anatómicamente la composición de los elementos e instrumentos utilizados por las envasadoras de GLP, los cuales son utilizados para llevar a cabo sus operaciones.

En ese sentido, en el capítulo se detalla la estructura química y física del gas licuado de petróleo, siendo este el elemento principal en toda la cadena de suministro.

Asimismo, se mencionan los distintos tipos de tanques de almacenamiento de GLP, su funcionalidad, estructura física y los elementos que lo componen.

Finalmente, de manera detallada, se explica cómo es el funcionamiento interno de un dispensador de GLP, sus partes y componentes, haciendo énfasis en cómo este interactúa con los demás elementos de la estación de servicios.

3.1 Gas Licuado de Petróleo (GLP)

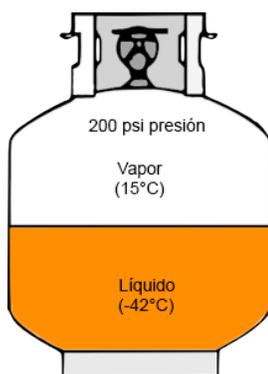
El Gas Licuado de Petróleo surge a inicios del siglo XX en Estados Unidos debido a la evaporación producida por la gasolina a temperatura ambiente, causado por la descomposición de elementos químicos mezclados en el producto. Normalmente estos elementos son altamente inflamables y al inicio de dicha época no tenían ningún tipo de aplicación industrial. Eventualmente, el GLP fue refinado y almacenado a presión en envases especiales para su posterior transporte y uso.

Este combustible, es un producto compuesto principalmente de *Propano* (C_3H_8) y *Butano* (C_4H_{10}) los cuales son hidrocarburos derivados del aceite y obtenidos durante el proceso de refinación del petróleo.

	Propano Comercial	Butano Comercial
Presión de vapor en kPa a:		
20°C	895	103
40°C	1 482	285
45°C	1 672	345
55°C	1 980	462
Peso específico	0,504	0,582
Punto de ebullición inicial a 1,00 Atm. de presión, °C	- 42	- 9
Peso por Metro cúbico de líquido a 15,56°C, kg	504	582
Calor específico del líquido, Kilojoule por Kilogramo, a 15,56°C	1,464	1,276
Metros cúbicos de vapor por Litro de líquido a 15,56°C	0,271	0,235
Metros cúbicos de vapor por Kilogramo de líquido a 15,56°C	0,539	0,410
Peso específico del vapor (Aire = 1) a 15,56°C	1,50	2,01
Temperatura de ignición en aire, °C	493-549	482-538
Temperatura máxima de llama en aire, °C	1 980	2 008
Límites de inflamabilidad en aire, % de vapor en la mezcla Aire-Gas:		
Inferior	2,15	1,55
Superior	9,60	8,60
Calor latente de vaporización en el punto de ebullición:		
Kilojoule por kilogramo	428	388
Kilojoule por litro	216	226
Cantidad de calor total luego de la vaporización:		
Kilojoule por Metro cúbico	92 430	121 280
Kilojoule por Kilogramo	49 920	49 140
Kilojoule por Litro	25 140	28 100

Figura 57. Propiedades químicas del gas licuado de petróleo (GPL)
Fuente: NFPA 58

Como se aprecia en la *Figura 57*, el GLP es un compuesto cuyo punto de ebullición es relativamente bajo respecto a otros líquidos, es decir, cuando este alcanza aproximadamente los -42°C o su presión llega a los 32 psi su estructura molecular cambia de estado líquido a gaseoso. También, cuando está en forma gaseosa, su peso comparado con el oxígeno es mayor. Asimismo, características como la densidad, la presión y la temperatura son otros factores que están estrechamente relacionados y que, de una u otra forma, deben ser tomados en cuenta a la hora de medirlo o analizarlo.



*Figura 58. Representación del propano líquido y gaseoso presurizado en un tanque.
Fuente: Propia*

Por otro lado, considerando el marco de seguridad industrial, el GLP tiene un alto grado de volatilidad, lo cual hace que sea un producto altamente riesgoso a la hora de ser manipulado, es por ello que se deben seguir ciertas normas y estándares las cuales ayudan a prevenir accidentes. Una de estas normas es la que indica que el GLP, al ser una combinación de hidrocarburos inodoros, debe ser mezclado con una sustancia llamada *metanotiol* ($\text{C}_2\text{H}_6\text{S}$) o comúnmente llamado etil mercaptano (sulfhidrato de etilo), el cual es un compuesto químico cuyo aroma es similar al de la col podrida y alerta a cualquier persona de su presencia.

3.2 Tanques de almacenamiento

Son contenedores especialmente diseñados para almacenar GLP de forma presurizada, es decir, tienen la capacidad de soportar altas presiones causada por la evaporación del combustible que contiene. Estos son fabricados con varias válvulas de servicio, por la cual se añade o extrae el producto, en este caso GLP.

Los tanques de GLP, a la hora de su fabricación, deben seguir diversas normas y estándares indicados por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos o sus siglas en inglés: American Society of Mechanical Engineers (ASME), la cual especifica cómo deben ser diseñados y construidos dichos recipientes en base a fórmulas matemáticas que toman en cuenta los requerimientos del fabricante.

Entre los aspectos considerados a la hora de diseñar un contenedor bajo presión, según los estándares de ASME, están:

- El grosor o espesor de las paredes en base al tipo de presión externa e interna
- Nivel de rigidez requerido dependiendo el producto que se intenta almacenar
- Tipo de material considerando el nivel de corrosión causado por el ambiente
- La forma geométrica del contenedor
- El tipo de soldadura a utilizar durante la fabricación

Una concluida su fabricación, el tanque es sometido una prueba hidrostática. Se procede a llenar el tanque con un fluido no peligroso cuyo punto de inflamación este por debajo de 43°C. Una vez el contenedor y el fluido estén bajo la misma

temperatura, se aplica presión gradualmente y posteriormente se realiza una inspección visual para determinar si se produjeron fugas.

Otros tipos de pruebas son efectuadas, como son la de aplicar presión atmosférica positiva y negativa, prueba de impacto sobre las soldaduras, examen ultrasónico o no destructivo, pruebas neumáticas de acuerdo al material aplicado, examen radiográfico sobre las saltaduras y uniones, etc. Finalmente, antes de su colocación en operación, el producto final debe ser sometido al proceso de certificación oficial el cual es avalado por INDOCAL, organismo acreditador autorizado.

3.2.1 Tanques estacionarios de almacenamiento

Son los tanques que se encuentran fijos en las estaciones que despachan GLP. Estos por lo general están situados sobre “silletas”, la cual, según las especificaciones del código de ASME, indica que el arco requiere un mínimo ángulo de 120° de contacto.

Estas bases suelen ser fabricada de acero o concreto y normalmente un extremo del tanque es anclado fijamente a una de ellas con el objetivo de evitar expansiones por variación térmica. Asimismo, los tanques estacionarios cuentan con válvulas neumáticas de cierre rápido, las cuales son activadas por actuadores térmicos de forma automática o manualmente en caso que se produzca una emergencia.

Los tanques de almacenamiento de GLP, por lo general, deben tener dos líneas de flujo, una líquida y otra de vapor. Esto se debe a que una parte del producto se encuentra en estado líquido mientras que la otra se encuentra en la parte superior en estado gaseoso, y en el momento de extraer o suplir, se requiere balancear la

presión entre los dos tanques (el receptor y el suplidor) ya que durante dicho proceso el vapor se sustituye por el líquido o viceversa. Asimismo, como se aprecia en la *Figura 59*, el tanque por lo general tiene una configuración la cual le permite:

- Recibir GLP de un suplidor a través de la línea de entrada
- Almacenar el producto en estado estático
- Liberar vapor en caso que la presión supere los 250 psi
- Retomar el vapor al momento de despachar líquido
- Balancear la presión sustituyendo el vapor con producto al momento del llenado
- Dispensar con presión constante a la salida
- Diversas válvulas de control para su debido mantenimiento

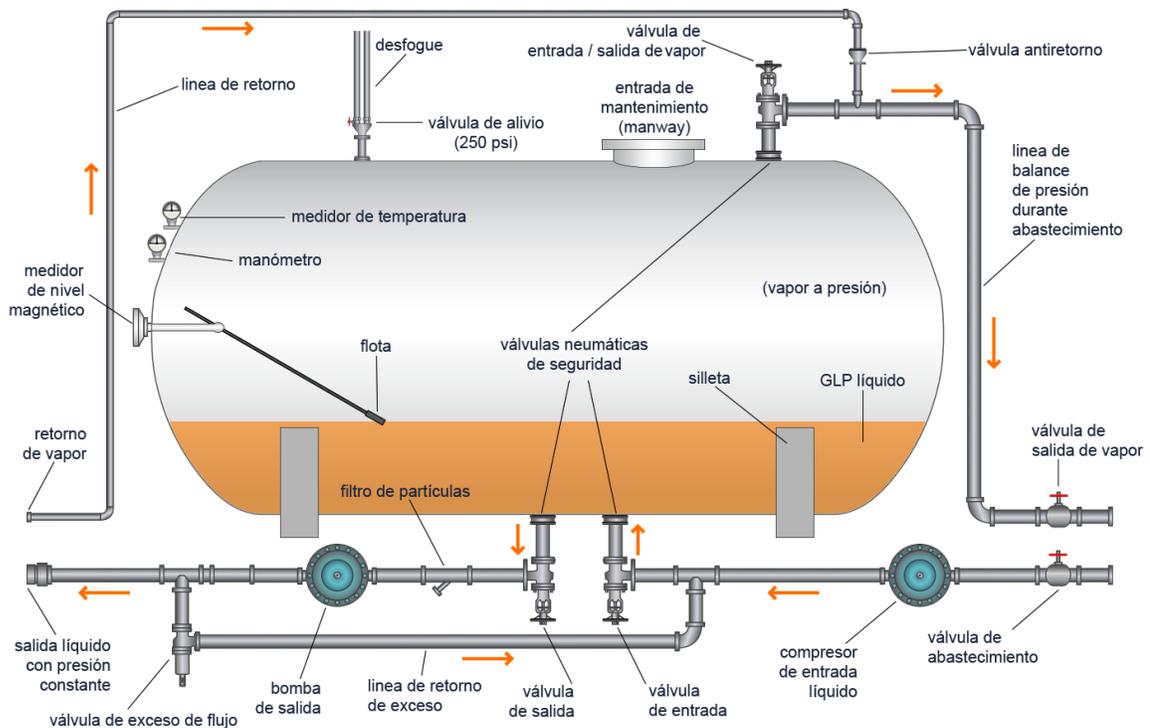


Figura 59. Componentes del tanque estacionario
Fuente: Propia

Los tanques en su parte superior tienen unas válvulas de alivio (pulmones) que sirven como medida de seguridad en caso que la presión sea mayor de lo establecido, por lo general 250 psi. También tienen una entrada de servicio por la cual es posible realizar las tareas de mantenimiento.

También, estos cuentan con una o más bombas que mantienen la línea de distribución a los dispensadores presurizada, aproximadamente en 200 psi. Esta presión estable se debe a la válvula de exceso de flujo, comúnmente llamada *bypass*, la cual regula la presión en la línea de salida retornando el exceso producido por la bomba al tanque.

3.2.2 Camión cisterna de transferencia

Llamados TG (transporte de gas) o coloquialmente “cola”, son vehículos pesados que llevan anclado un remolque especialmente fabricado con un contenedor metálico presurizado o tanque para el transporte de GLP. Estos tanques, por lo general, tienen la capacidad de contener entre 9,000 y 12,000 galones de GLP. Asimismo, una de las características principales que tiene este tipo de vehículo, es que permite el intercambio de remolque, ya que este no se encuentra fijamente soldado al chasis.

Por otro lado, estos vehículos cuentan con un sistema de geolocalización (GPS) para el debido monitoreo logístico asociado con la transportación y, al igual que el tanque estacionario, poseen un medidor con el cual se puede estimar el volumen contenido en su interior. También, estos cuentan con las debidas válvulas

neumáticas de seguridad, válvulas de relevo de presión y una terminal de conexión a tierra para la debida descarga de corriente estática.

Como se puede apreciar en la *Figura 60*, a diferencia del tanque estacionario, este tiene las válvulas de retorno de vapores en la parte inferior, las cuales están conectadas a tubos buzo que tocan la parte superior interna del tanque permitiendo el flujo exclusivo del vapor.

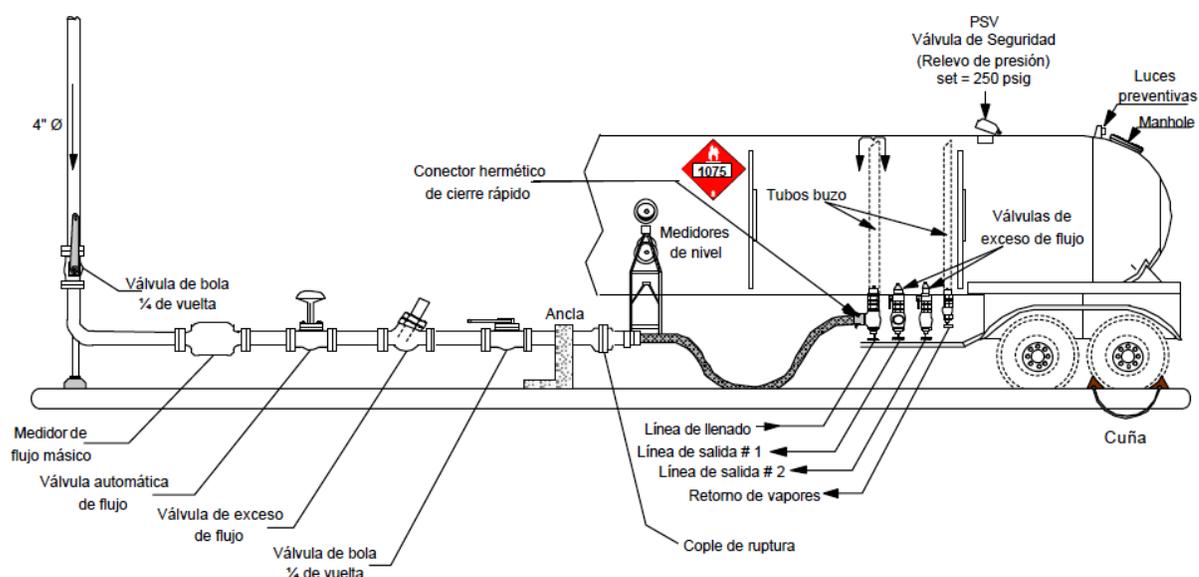


Figura 60. Partes del remolque para transporte de GLP
Fuente: Hoja de datos de seguridad para sustancias químicas, Pemex, Anexo 1

3.2.3 Camión de distribución al detalle

También llamados (BG) o coloquialmente “bolita”. Estos están especialmente diseñados con el propósito de transportar, distribuir y vender GLP a clientes industriales y comerciales. En ese sentido, se puede decir que estos camiones de distribución al detalle son el equivalente a una estación de GLP móvil, ya que tiene un tanque de almacenaje, un dispensador y un punto de venta remoto.

En el contexto práctico estos camiones, comparados con los de transferencia, tienen la ventaja que son más compactos y cuentan con una manguera que puede llegar hasta los 50 pies de distancia, con capacidad de soportar hasta 400 psi de presión.

Cabe destacar que el tanque está fijamente soldado al chasis del camión y por lo general su capacidad volumétrica se limita a unos 5,000 galones.

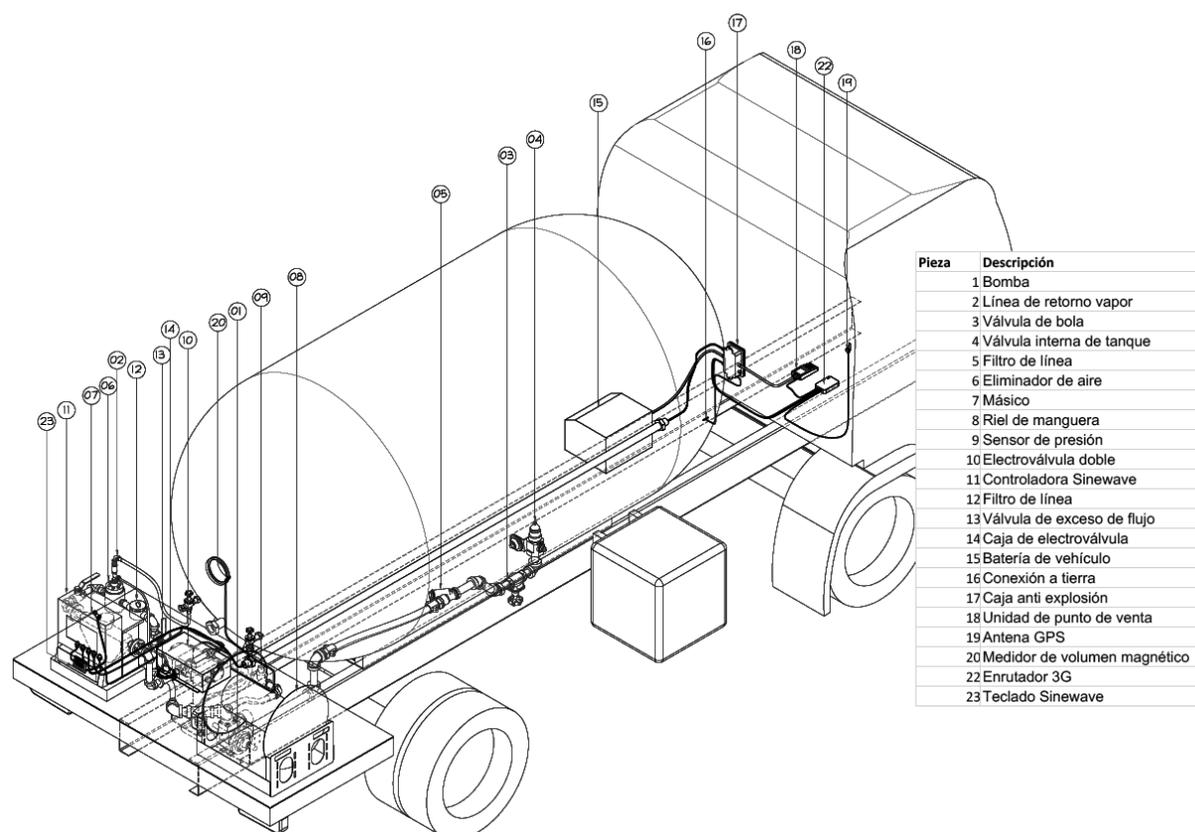


Figura 61. Plano isométrico de un camión distribuidor con dispositivos de dispensio de GLP
Fuente: Nodrix

Como se puede observar en la *Figura 61* estos camiones distribuidores tienen en la parte posterior un sistema completo capaz de medir, asegurar y dispensar GLP a domicilio. Asimismo, cuenta con un dispositivo computarizado llamado punto de venta o sus siglas en inglés: Point of Sale (POS), el cual permite al operario tener

control sobre las ordenes de servicios, las cantidades a despachar, los cierres financieros y la emisión de facturas con comprobante fiscal de forma remota a través del enrutador con servicio de telefonía 3G.

También, al igual que el camión cisterna, este posee un sistema GPS y un sistema de válvulas requeridas para su reabastecimiento.

3.2.4 Componentes básicos del tanque

A pesar que cada tanque tiene un uso específico para cada proceso de una envasadora de GLP, todos comparten algunos componentes esenciales.

3.2.4.1 Indicador de nivel volumétrico

Para medir la cantidad de galones contenidos en un tanque, existen varias maneras donde cada una depende de un instrumento cuyo margen de error puede variar de acuerdo a la marca y/o modelo utilizado. Entre los instrumentos más utilizados en República Dominicana, está el indicador de nivel rotativo o *rotogage* y el indicador de nivel magnético o *magnetel*. Cada uno sirve un mismo propósito, pero con formas de operar diferentes.

En el caso del rotogage, es el más económico, es utilizado indistintamente en tanques fijos o móviles, pero carece de precisión ya que su lectura depende de un procedimiento manual y visual.

Como se puede apreciar en la *Figura 62*, el procedimiento tiene varios pasos:

1. Primero se coloca la manija en posición vertical

2. Luego se abre la válvula frontal con el objetivo de que el indicador expulse el rocío de gas remanente en la pipa interna.
3. Cuando termine de salir dicho rocío y empiece a salir solamente gas, se inicia un giro lento y constante hasta alcanzar el punto donde vuelve a salir el rocío.
4. Desde que vuelva a salir el rocío de gas, se detiene el movimiento y se cierra la válvula frontal.
5. Luego se observa el porcentaje que indica la manecilla en el dial.
6. Finalmente se repite el proceso en el lado opuesto del dial y se hace un promedio de los dos porcentajes obtenidos para mayor precisión.

De esta forma se conoce el nivel porcentual de líquido existente en el tanque, de modo que, conociendo la capacidad volumétrica del tanque, se puede estimar la cantidad de galones disponibles en él.

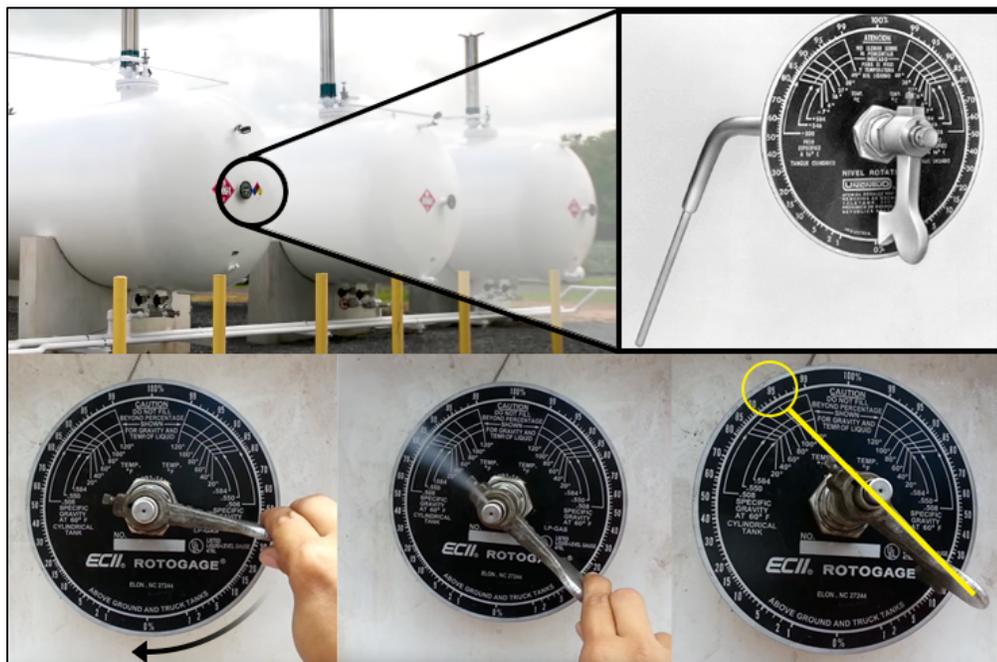
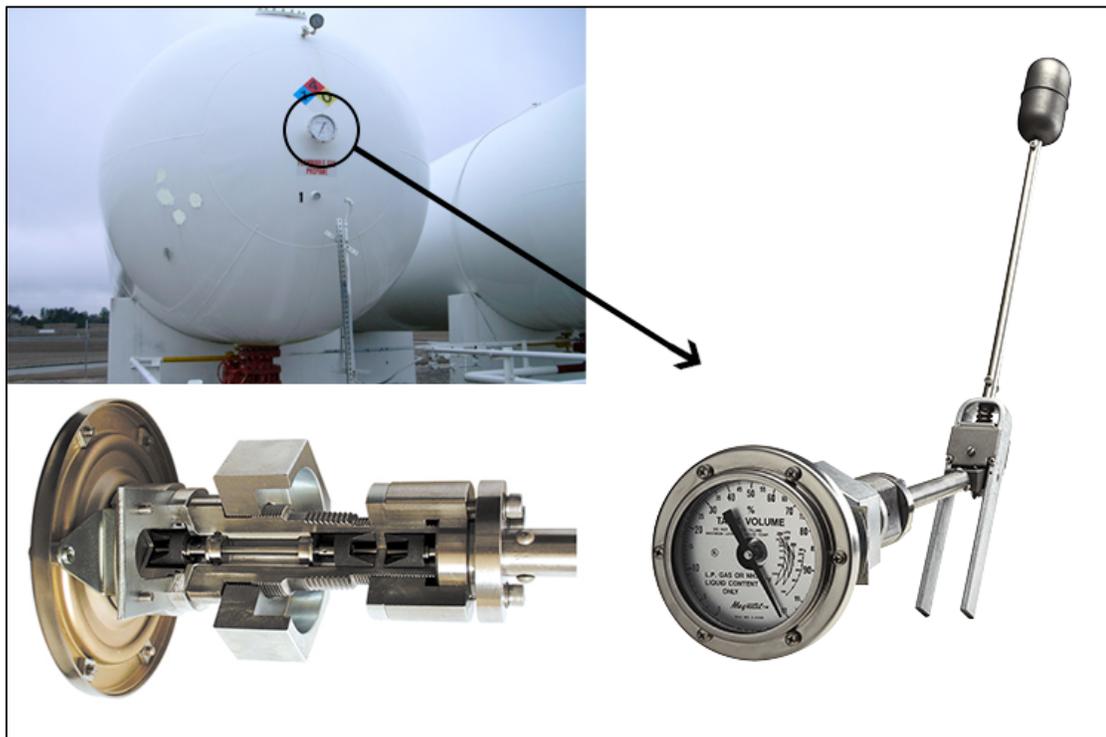


Figura 62. Procedimiento de lectura de nivel del tanque usando el rotogage
 Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=W0e6YXAjDBs>

Las desventajas de este procedimiento es que tiene un grado de error elevado ya que el todo depende de la destreza del operador y la estabilidad del líquido contenido en el tanque. Además, este tiende a desperdiciar el producto durante su lectura y su nivel de peligrosidad es elevado.

En el caso del magnetel, la lectura no requiere un procedimiento ya que solo es necesario la lectura visual de un indicador. Asimismo, este no requiere el uso del producto resultando en un nivel de peligrosidad bajo comparado con el rotogage.



*Figura 63. Medidor magnético de volumen magnetel.
Recuperado de: <http://www.rochestergauges.com/products/Robogauge.html>*

Como se observa en la *Figura 63*, el mecanismo que este usa consiste en una flota conectada a un eje rotativo el cual hace que un magneto gire la aguja del dial para indicar el nivel porcentual del líquido contenido en el tanque.

3.2.4.2 Manómetro

El manómetro es un instrumento, normalmente preventivo, capaz de indicar el nivel de presión contenida en un envase, principalmente la presión del vapor del GLP. Este dispositivo analógico se basa en un dial circular y una aguja que mecánicamente se posiciona dependiendo la fuerza que ejerza el producto internamente.

Por lo general, el manómetro utilizado en los tanques de GLP para medir el nivel de presión interna, son aquellos que toman como referencia la presión atmosférica externa, para de esta forma, indicar un diferencial o valor delta respecto a esta. Asimismo, existen manómetros con diversas especificaciones, rangos y usos, por ejemplo, el manómetro con referencia al vacío o manómetro de valor absoluto, el manómetro diferencial utilizado para medir tasa de flujo y variaciones entre dos referencias, etc.

Actualmente existen indicadores de presión digital, llamados transpondedor de presión digital, los cuales convierten la lectura análoga a valores binarios que posteriormente pueden ser utilizados por sistemas computacionales de control industrial. Dichas lecturas son normalmente empleadas para automatizar y mejorar procesos, reduciendo los márgenes de errores y elevando los niveles de seguridad.

3.2.4.3 Termómetro

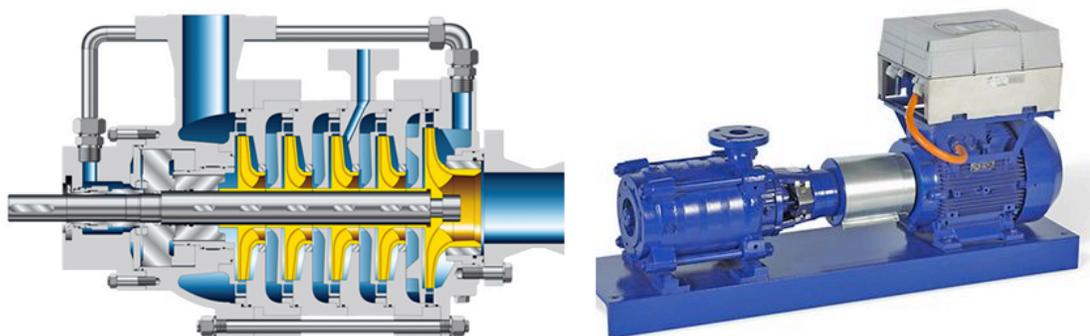
Este instrumento indica el nivel de temperatura del producto contenido en el tanque con el objetivo de posteriormente poder calcular aspectos como el volumen corregido y la masa contenida en base a la densidad de dicho producto. Asimismo,

estos instrumentos por lo general tienen un rango que van desde los -40° a 50°C y al igual que los manómetros, existen modelos digitales que pueden ser integrados con sistemas informáticos.

3.2.4.4 Bomba y compresor de GLP

Normalmente los términos “bomba” y “compresor” pueden ser confundidos. Una bomba es un artefacto cuyo objetivo es movilizar líquido de un lugar a otro. Mientras que un compresor, tiene la capacidad de comprimir un fluido gaseoso, en este caso GLP, en un contenedor cerrado. Esta característica es esencial en fluidos que requieren un alto nivel de presión para poder ser envasados.

En una envasadora de GLP, por lo general, se utilizan bombas que movilizan la parte líquida del GLP y otra línea balancea y distribuye la presión del vapor que se genera durante el intercambio de fluidos entre los tanques.



*Figura 64. Bomba multi-etapa para envasadoras de GLP.
Recuperado de: <https://www.ksb.com>*

Las envasadoras de GLP por lo general utilizan bombas multi-etapa para poder extraer el producto y distribuirlos en los dispensadores. Asimismo, como se muestra en la *Figura 64*, esta bomba tiene la capacidad de ser configurada de acuerdo a la demanda de flujo o cantidad de dispensadores en la estación de GLP.

3.3 Instrumentos y elementos de medición

3.3.1 Medidor de flujo de masa

El medidor de flujo de masa o medidor inercial de masa, también conocido como másico, es un dispositivo utilizado de manera industrial para medir la tasa de flujo de un fluido en términos de masa, es decir, mide la cantidad de producto líquido o gaseoso que se utiliza en un intervalo de tiempo. Asimismo, este instrumento tiene la capacidad de medir tanto la temperatura como la densidad del fluido al que se somete.

En la industria de hidrocarburos, especialmente las envasadoras de GLP, es un instrumento muy utilizado gracias a su alta precisión, duración y seguridad. Este por lo general se instala en los dispensadores y las líneas de abastecimiento de los tanques estacionarios, para poder tener una referencia precisa del inventario.

En el contexto técnico, para el másico poder obtener sus medidas de flujo, este aplica una técnica basada en el efecto coriolis, la cual es un principio físico que consiste en una fuerza inercial que se manifiesta sobre un cuerpo cuyo movimiento lineal es relativo a un marco de referencia rotacional.

En ese sentido, como se puede observar en la *Figura 65*, el másico utiliza dos líneas que se encuentran aisladas dentro de un contenedor al vacío, por la cual fluye el GLP en forma paralela. Estas líneas oscilan a frecuencias que van desde los 80 a los 1,000 Hz, dependiendo el tipo y la cantidad de producto a medir. Luego, dos sensores determinan la variación en la fase de las oscilaciones aplicadas a las dos vías, donde de forma lineal indica la tasa de flujo inducido.

Esta tasa o diferencia de fase entre las frecuencias de las líneas indica la cantidad de masa por unidad de tiempo que atraviesa el instrumento, por lo que también, es posible calcular el volumen dividiendo dicho flujo por la densidad del producto. En caso que no haya ningún flujo a través del instrumento, la fase en la vibración de las líneas será la misma, es decir, presentarán exactamente la misma forma de oscilación y no habrá diferencia.

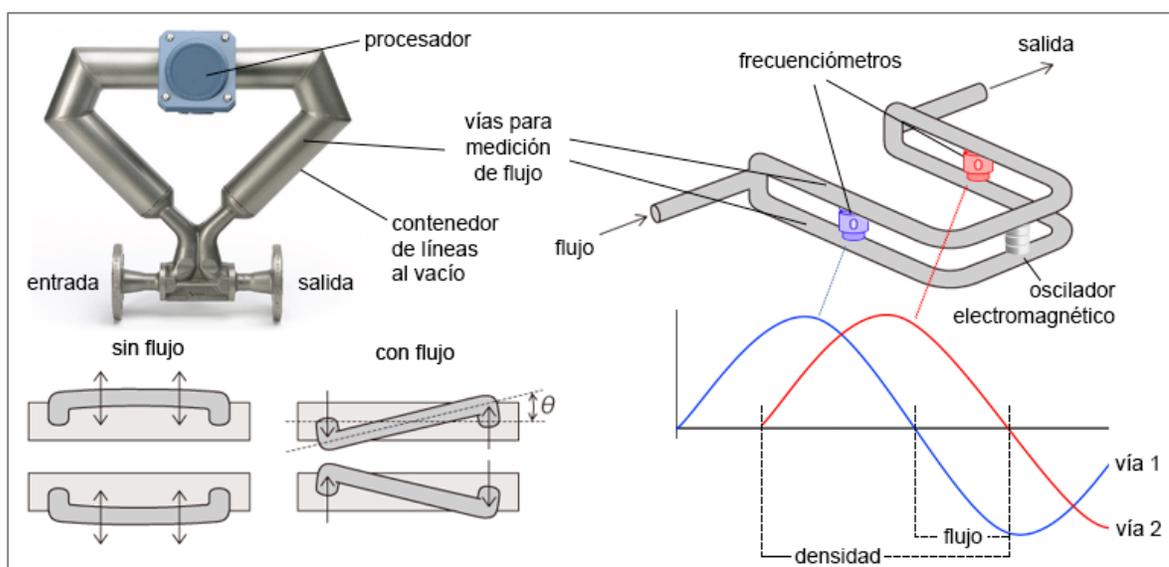


Figura 65. Funcionamiento del másico basado en el principio coriolis.
Fuente: Propia

Por otro lado, el másico es un instrumento cuyas mediciones están sujetas a variar de acuerdo a la presión y temperatura del fluido, es por ello que existen factores para compensar de forma dinámica los resultados. También, debido a las constantes vibraciones, con el tiempo, los tubos de medición tienden a degradarse alterando su rigidez; lo que puede traer como resultado medidas incoherentes.

Cabe destacar que el principio coriolis es el método universalmente aceptado para la medición de flujo de gases y líquidos, ya que este presenta los resultados de medición más precisos sin afectar o invadir físicamente el fluido.

En ese sentido, existen otros instrumentos de medición que emplean métodos distintos, como por ejemplo la medición de flujo en base al diferencial de presión. Este método normalmente es aplicado en situaciones que requieran la medición de fluidos gaseosos y que no requiera la determinación de la densidad de forma directa.

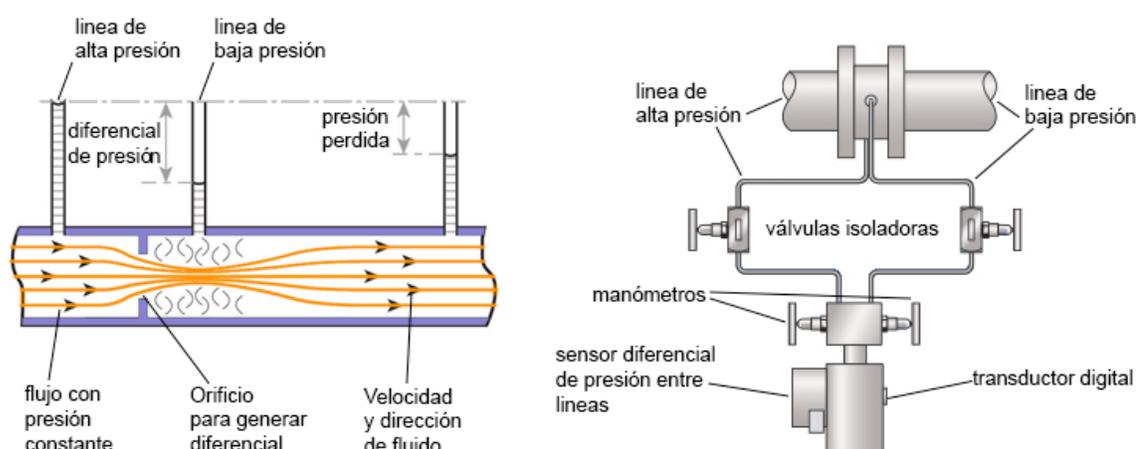


Figura 66. Medidor de flujo en base a diferencia de presión
Fuente: Propia

Como se observa en la *Figura 66*, el interior del tubo contiene un elemento que impide el paso del fluido parcialmente. Este impedimento hace que aumente la presión a la entrada y se genere un estado de baja presión a la salida. Esta diferencia es directamente proporcional a la velocidad de translación que tiene el flujo a través de la línea, lo cual indica una cantidad volumétrica por unidad de tiempo. Asimismo, el transductor se encarga de obtener una diferencia numérica entre las presiones y estimar el nivel de flujo de acuerdo a los parámetros establecidos en la calibración.

3.3.2 Medidor maestro para calibración

El medidor maestro, o llamado en inglés: *master meter*, es un instrumento utilizado para calibrar los dispensadores tanto de las envasadoras como los que llevan los tanques de venta al detalle. Estos metros, con el tiempo y el continuo uso tienden a degradarse mecánicamente, es por ello que eventualmente hay que corregir los factores de calibración y para ello se utilizan los medidores maestros.

Por lo general, los medidores maestros deben estar certificados por un organismo autorizado que apruebe el uso del instrumento para calibrar dispensadores de GLP. Normalmente este proceso es efectuado por INDOCAL, donde anualmente hay que someterlo a revisión para poder disponer de dicho instrumento en los procesos de calibración de los dispensadores de las envasadoras.

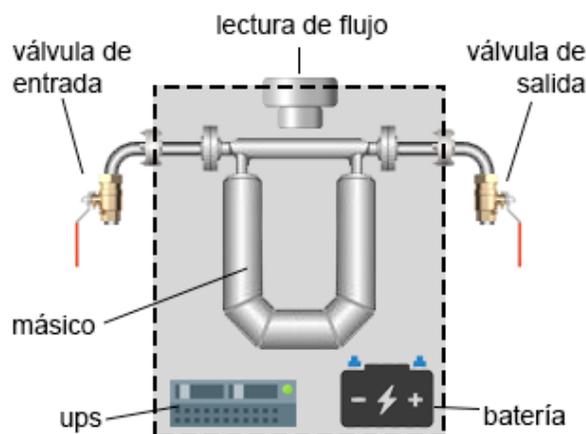


Figura 67. Anatomía de un medidor de flujo maestro.
Fuente: Propia

Básicamente, como se observa en el diagrama de la *Figura 67*, el medidor maestro está conformado por un másico, una válvula de entrada con bloqueo de retorno, un procesador del másico conectado a un transmisor que indica la lectura de flujo, un UPS con su batería y una válvula de salida.

También, debido a que la naturaleza del másico es leer el flujo sin importar el sentido, en la línea de entrada del medidor maestro se coloca una válvula anti-retorno, de modo que, cualquier defecto durante el proceso de despacho no altere el resultado final.

Este instrumento, correctamente calibrado y certificado, busca medir la tasa de flujo de masa que posee un dispensador de GLP instalado en una envasadora. En ese sentido, cuando se hace la prueba de despacho, el resultado volumétrico final debe ser ingresado en el metro o panel de despacho. Este a su vez, toma dicho valor y configura el factor de calibración para así poder determinar la equivalencia real entre el despacho y el valor indicado en pantalla en términos de volumen.

Por otro lado, el medidor maestro también tiene la facultad de indicar valores como la densidad, los galones por minuto, total de galones despachado, libras por minutos, kilogramos por minuto, total de masa, entre otros datos.

3.3.3 Báscula para pesaje vehicular

La bascula de camión es un dispositivo que permite medir desde un panel digital la masa que tiene un vehículo pesado, como los camiones de distribución al detalle y los de transferencias. Cabe destacar que la diferencia entre masa y peso es que la masa indica la cantidad de materia en un cuerpo dado, independientemente del lugar donde se encuentre, y el peso es una magnitud vectorial producto de la fuerza de atracción gravitacional por su masa.

Los instrumentos que miden el peso están calibrados de acuerdo a la fuerza de atracción terrestre y estos, técnicamente hablando, no funcionarían correctamente en otro planeta.

En el caso de la báscula vehicular, por lo general, es utilizada en empresas para contabilizar la entrada y salida de activos cuya medida debe ser en base a un número continuo y no discreto, es decir, que se miden utilizando una unidad de medida que puede tomar valores decimales y con cierto margen de error. El tipo de activo contabilizado normalmente suele ser líquidos, materia prima, desechos, etc.

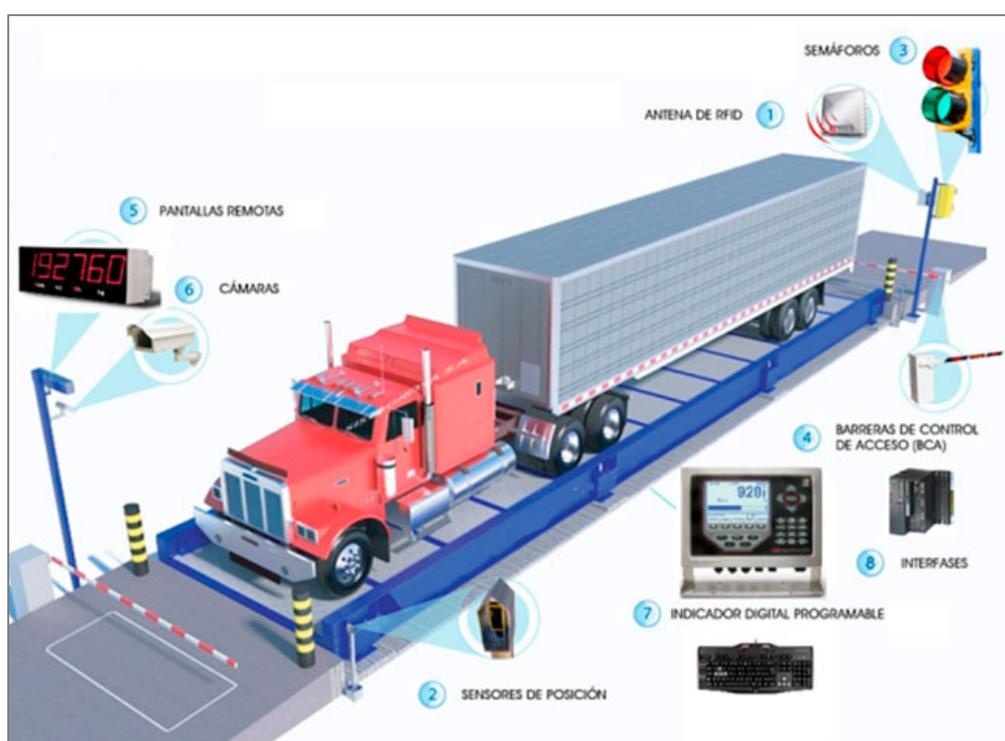


Figura 68. Esquema de área para pesado a la entrada/salida de los camiones
Fuente: http://gmproyectos.pe/sistemas_de_pesaje_estatico.html

En ese sentido, como se observa en la *Figura 68*, las básculas vehiculares se instalan en las vías de acceso de los centros de distribución. Estas cuentan con 2 o 3 plataformas de peso (dependiendo el tamaño del vehículo) y cada una posee por

lo menos 4 sensores de presión instalados en cada extremo. Cuando el vehículo es posicionado correctamente, asistido por sensores de posición, una computadora procede a tomar los valores correspondientes a cada sensor de cada plataforma y sumar sus valores. Este proceso se repite varias veces de forma automática y los valores son promediados para obtener un resultado final de mayor precisión.

En una envasadora de GLP, la utilidad principal de este dispositivo es calcular la cantidad en kilogramos de GLP que entra o sale del centro de distribución, restando el peso obtenido del camión a la entrada, del peso luego que el tanque del camión es llenado. Este proceso también aplica en las refinerías.

3.4 Dispensador de GLP

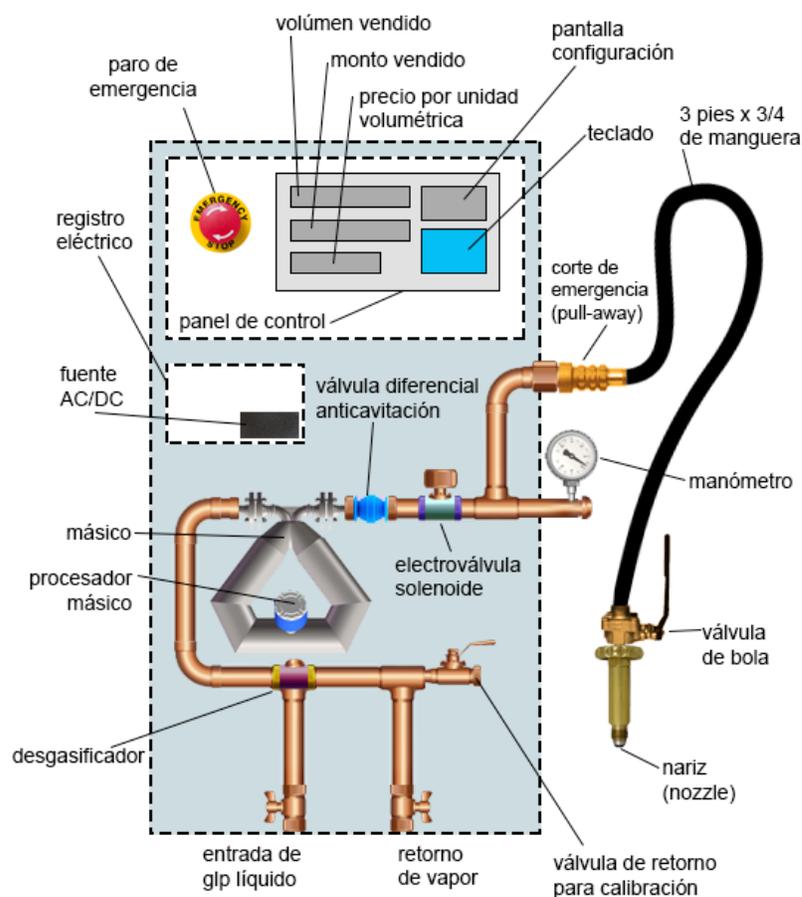
Uno de los activos de mayor importancia que tiene una envasadora de GLP son los dispensadores o metros. Estos son dispositivos modulares compuestos de varios elementos e instrumentos que trabajan en conjunto para poder controlar, medir y despachar el GLP de forma segura y precisa. al consumidor final.

Su objetivo, además de medir el despacho, es evitar cualquier tipo de irregularidad, ya sea por el mismo personal de la envasadora o los clientes. Para esto, el dispensador cuenta con una máquina electrónica o panel de control dedicado que evalúa y coordina los diversos actuadores y sensores que componen el dispensador.

Las envasadoras de GLP pueden utilizar los dispensadores indistintamente, es decir, estos pueden operar tanto para el despacho a los clientes finales, como usarse con fines de control interno; principalmente en las distribuidoras.

Por lo general, estos cuentan con dos caras o mangueras, lo cual permite mayor operatividad y mejor uso del espacio físico en las estaciones de despacho.

El dispensador de GLP, tal y como se muestra en la *Figura 69*, normalmente se compone de un sistema de líneas hidráulicas, un medidor de masa y un coordinador electrónico. Cada elemento cumple un objetivo específico durante el proceso de despacho. Asimismo, el costo de un dispensador puede variar de acuerdo a la precisión de los elementos de medición, su estructura física, el tipo de material hidráulico utilizado y la complejidad, en términos de usabilidad, que el panel de control electrónico disponga.



*Figura 69. Componentes de un dispensador de GLP.
Fuente: Propia*

3.4.1 Componentes hidráulicos y neumáticos

Son aquellos componentes que controlan de manera física el flujo del GLP, ya sea en su estado líquido o gaseoso.

3.4.1.1 Medidor de flujo de masa

Como se describe en el subcapítulo 3.3.1 , el medidor de flujo de masa o medidor inercial de masa, es el dispositivo encargado de medir la cantidad de flujo volumétrico o en masa del GLP por intervalo de tiempo. Este dispositivo, aunque es el más recomendado por su precisión industrial, suele ser sustituido o reemplazado por un medidor de flujo por desplazamiento positivo cuyo punto de rotación se conecta a un pulsador digital, el cual resulta más económico para la envasadora.

3.4.1.2 Medidor de flujo por desplazamiento positivo

Este tipo de medidor es el único que permite estimar el volumen del fluido que mide de manera directa, ya que este entra en contacto físico con el líquido, es decir, se basa en componentes mecánicos que interactúan con el líquido con el objetivo de medir su volumen a medida que este fluye. En ese sentido, la desventaja que este mecanismo exhibe, es el desgaste físico producto del constante rozamiento mecánico, degradando con el tiempo la precisión del dispositivo.

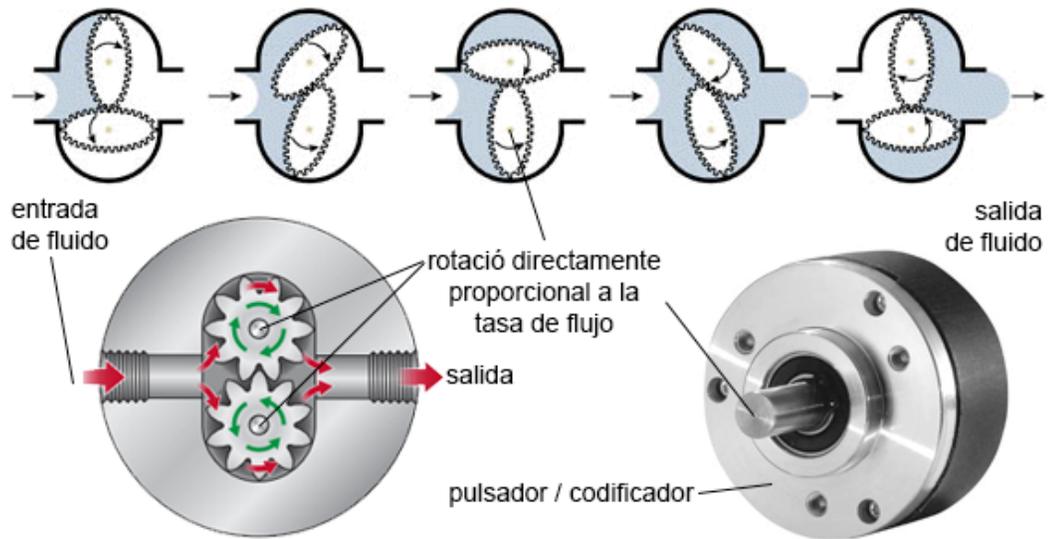


Figura 70. Anatomía del medidor de flujo por desplazamiento positivo y el pulsador
Fuente: Propia

Como se muestra en la *Figura 70*, para que el líquido pueda escapar del dispositivo, debe atravesar cavidades con medidas específicas encontradas entre las ruedas o piñones de medición. Estos permiten el paso de fluido a medida que van rotando y, de ese modo, al instrumento repetir de forma sistemática el proceso de encapsulación y liberación del líquido que trata de fluir, es posible precisar el volumen que atravesó el medidor mediante la cantidad de revoluciones realizadas por los engranajes.

Luego, el eje giratorio del medidor se acopla a un pulsador que indica la cantidad de revoluciones en forma de pulsos eléctricos. Estos pulsos, por lo general, son codificados en valores digitales numéricos que indican de forma precisa la cantidad de vueltas por unidad de tiempo. Finalmente, el total de pulsos generados es multiplicado por un factor de calibración que indican la cantidad volumétrica estimada del líquido que atravesó el medidor.

3.4.1.3 Electroválvula solenoide

La electroválvula solenoide básicamente es una válvula que permite o no el paso de un fluido y dicho estado es controlado eléctricamente, es decir, la apertura es manipulada mecánicamente por un electroimán o solenoide activado eléctricamente. Las electroválvulas son de suma utilidad ya que permite el uso de sistemas de control para automatizar procesos que involucren la manipulación de fluidos, como el GLP. Asimismo, están especialmente diseñadas para que sean eficientes y usen la menor cantidad de corriente en la bobina del electroimán.

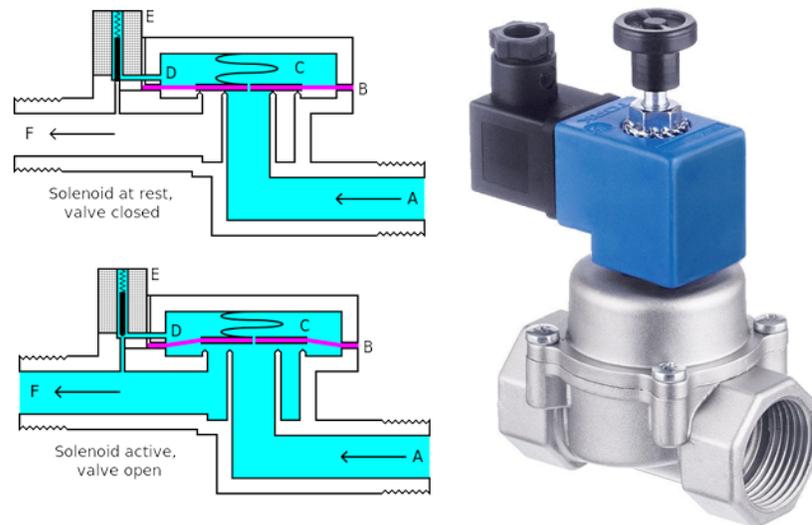


Figura 71. Anatomía y funcionamiento de la electroválvula solenoide.
Recuperado de: https://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid_valve

El funcionamiento básico de la electroválvula, se demuestra en la *Figura 71*. Cuando el solenoide cierra el paso de la cavidad C a la F a través de D, la presión de A y C se ecualiza permitiendo que el resorte logre cerrar el paso. Asimismo, cuando el solenoide permite el paso de D a F, la presión resultante en la cavidad C es menor que la de A puesto que el líquido fluye hacia F, impidiendo que el resorte tenga la suficiente fuerza para cerrar el paso.

3.4.1.4 Válvula de corte de seguridad

Estas válvulas, también llamadas *pullaway* en inglés, sirven como medida de seguridad en caso que un vehículo receptor del GLP se movilice llevándose consigo la manguera sin antes desconectarla.

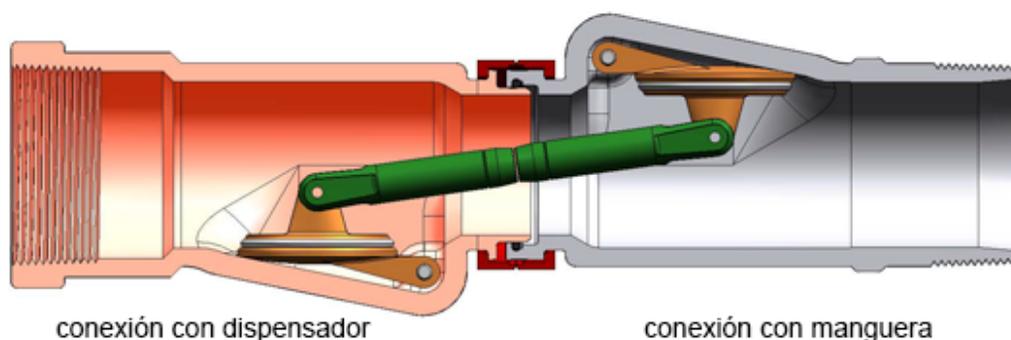


Figura 72. Anatomía de la válvula de corte de seguridad – pullaway
Fuente: <http://www.smarthose.com/the-connection/news/keeping-you-connected-volume-14>

Como se presenta en la *Figura 72*, el mecanismo de la válvula es excitado debido a la fuerza de tracción generada por el automóvil a través de la manguera, haciendo que ambos extremos sean cerrados desde adentro; impidiendo la salida del vapor.

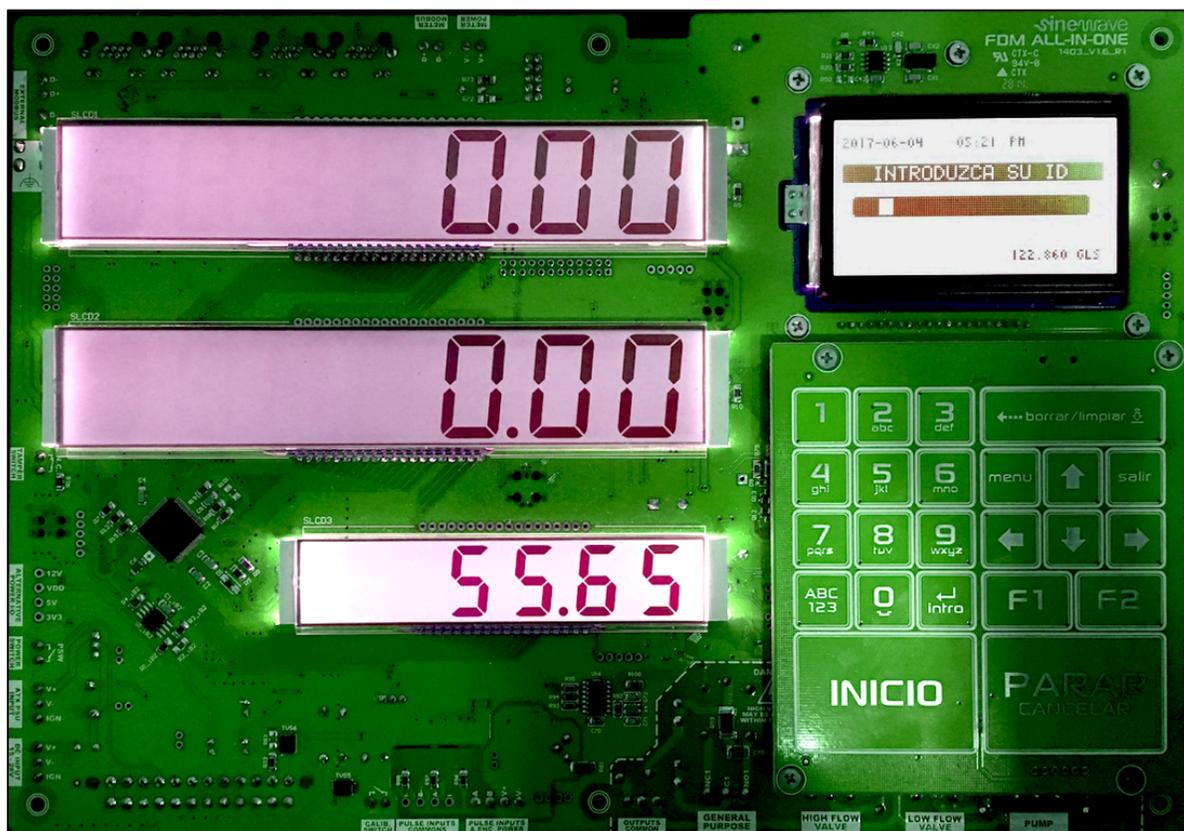
3.4.2 Panel de control

El panel de control o panel electrónico es un dispositivo que consta de varios microcontroladores y que, por medio de un programa interno, coordinan los estados de las electroválvulas del dispensador. En ese sentido, el objetivo final del panel de control es mostrar al cliente el monto y volumen durante el despacho, así como también llevar un registro de las transacciones realizadas.

Este dispositivo es esencialmente el componente más importante de la dispensadora ya que este procesa las ordenes a través de una interface humana, mide los despachos, coordina los sensores y componentes electromecánicos del

dispensador y lleva control de las transacciones realizadas. Este, además, calcula los montos y el volumen que se presentan en tiempo real en cada despacho, valiéndose de los factores y coeficientes de calibración previamente establecidos.

En el caso del panel de control Sinewave, como se presenta en la *Figura 73*, tiene un conjunto de características y funcionalidades esenciales que son requeridas para el correcto desempeño de la propuesta de esta tesis. Este panel, cuenta con una interface MODBUS a través de varios puertos de comunicación en serie RS485. Esta interface permite interoperabilidad entre el sistema de control general y cada uno de los metros de una estación.



*Figura 73. Placa madre del panel de control de despacho GLP Sinewave.
Fuente: Nodrix*

Asimismo, el panel Sinewave está diseñado para interactuar con varias electroválvulas, varios medidores de flujo o varios codificadores. Además, tiene integrado diversas salidas para uso con propósito general.

Internamente, este panel electrónico tiene un programa (firmware) capaz de administrar diversos aspectos funcionales y parámetros de configuración los cuales permiten el correcto desempeño operativo. Varias de las características y funciones que pueden mencionarse:

- Capacidad de almacenar 65,535 transacciones donde cada una indica la cantidad de galones vendidos, cantidad de masa vendida, monto y el precio del momento; entre otras variables.
- Cada transacción almacena la cantidad volumétrica tomando en cuenta la temperatura durante cada despacho.
- Capacidad de generar diversas alertas relacionadas a problemas técnicos o fraudulentos las cuales pueden ser obtenidas a través de la interface MODBUS por otro sistema computacional.
- Registro del contenido total general despachado por cada tipo de producto.
- Transceptor interno para comunicación serial RS485.
- Capacidad de realizar despachos remotos por medio de funciones MODBUS.
- Módulo de calibración asistida y configuración remota mediante funciones MODBUS.
- Perfiles de usuarios y operarios con diversos niveles de autorización.
- Restricción por medio de contraseña y tarjetas de radio frecuencia RFID.

Por otro lado, al implementar el estándar RS485, el metro Sinewave tiene la capacidad de interconectarse con otros metros, facilitando las instalaciones en las estaciones de servicio a nivel infraestructural; procurando así la correcta integración con sistemas computacionales.

3.5 Servidor intermediario de enlace

Este servidor, llamado también Gateway, es un computador industrial instalado físicamente en un contenedor en cada estación de servicio. Este tiene instalado un software que tiene como tarea interactuar con todos los paneles digitales por medio de un multipuerto RS485 y servir como puerto de enlace entre las estaciones y la parte administrativa. Además, dicho software, mantiene en sincronía centralizada todos los datos generados, como transacciones y alarmas, incluyendo, el constante monitoreo de cada uno de los eventos producidos por los metros.

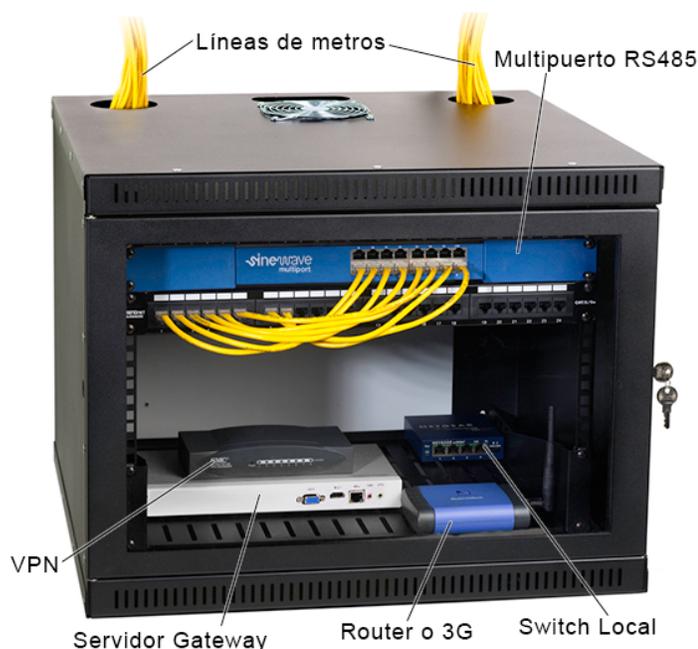


Figura 74. Equipos de control centralizado y comunicación para estaciones.
Fuente: Nodrix

Como se observa en la *Figura 74*, el rack por lo general es instalado en la oficina principal de cada estación de GLP y este contiene componentes que permiten la comunicación segura y encriptada de toda la información procesada por el Gateway al servidor central. Por lo general, se implementan conexiones remotas por medio de VPN provisionados por empresas de telecomunicaciones. En algunos casos, por motivo de lejanía, las estaciones utilizan comunicación inalámbrica privada o servicios de telefonía 3G.

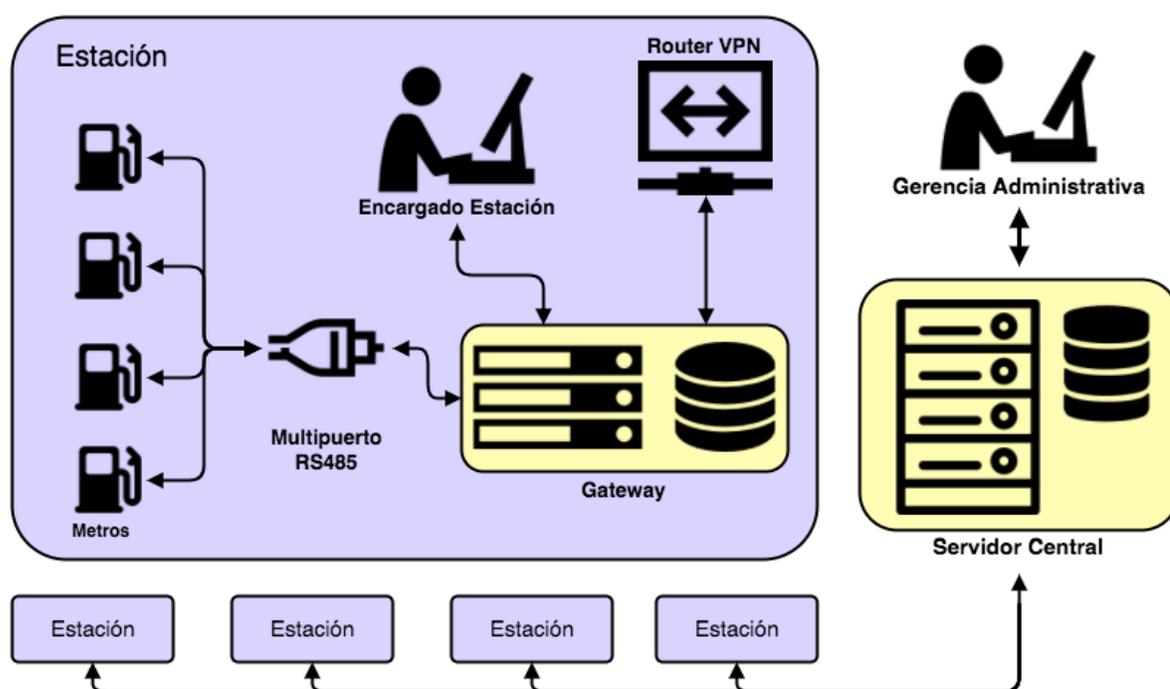


Figura 75. Arquitectura de gestión centralizada de las estaciones por medio de gateways
Fuente: Propia

Además de los equipos de comunicación, el rack contiene un dispositivo llamado multipuerto transceptor RS485 el cual intercomunica cada uno de los metros con el Gateway. Técnicamente, como se explica en el subcapítulo 2.2.5.4 , es posible interconectar 32 metros con un solo transceptor, pero este esquema hace que la velocidad de comunicación se divida entre cada uno de los dispositivos; es por ello

que el multipuerto juega un papel importante a la hora de procurar mayor velocidad y redundancia de comunicación en las instalaciones.

3.5.1 Transceptor RS485

Es el dispositivo encargado de conectar los metros con el Gateway con el objetivo de que este pueda comunicarse a través del modelo MODBUS. Este implementa el estándar de comunicación serial RS485, tal como se describe en el capítulo 2.2.5.4 , el cual trata los aspectos eléctricos que contempla dicho estándar.

En una estación de GLP, por lo general se utilizan varios transceptores para balancear y agilizar las sincronizaciones que lleva a cabo del Gateway, es decir, se utiliza normalmente un transceptor cada 4 metros. En ese sentido, es posible utilizar un multipuerto, el cual consiste en varios transceptores RS485 conectados en un hub serial a USB.



Figura 76. Transceptores RS485/USB para integrar los metros al sistema GSD.
Fuente: Amazon.com

3.6 Terminales de cobro por tarjeta

Las terminales de cobro por tarjeta no son más que puntos de ventas o sus siglas en inglés: Point Of Sale (POS), que permiten el cobro con tarjetas de crédito o debido. Este equipo tiene la capacidad, no solo de facturar ventas, sino de generar comprobantes fiscales y comunicarse con el Gateway para diversas operaciones.



*Figura 77. Punto de venta inalámbrico o Point of Sale (POS).
Recuperado de: <http://www.dbank.bg/en/corp-pos>*

Una de las principales funciones de integración que implementa este dispositivo es la de pedir el monto correspondiente a la venta realizada en el metro de forma automática, es decir, cada vez que el operador finaliza un despacho, este puede generar una factura en base el monto que aparece en la pantalla del dispensador, minimizando errores y llevando un mejor control a nivel financiero.

RESUMEN

Durante el capítulo III se detallaron todos los aspectos técnicos y conceptos que participan en la comercialización del GLP, así como también, los instrumentos y equipos necesarios que forman parte de la infraestructura física en una envasadora de GLP.

Sin duda alguna, es imprescindible tener conocimiento de dichos conceptos, con el objetivo de entender el negocio; sus debilidades, actividades y procesos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL PROCESO OPERATIVO DE ENVASADORAS DE GLP

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de diseñar una solución a medida y de calidad, es necesario plasmar un modelo absoluto del proceso operativo gestionado en una envasadora de GLP. De esta manera, el capítulo a continuación, expone cada una de las actividades dentro del proceso operativo que, diariamente, se realizan en las envasadoras de GLP a nivel mundial.

Asimismo, cabe destacar, que las informaciones presentadas en este capítulo provienen de las experiencias dadas en envasadoras de GLP reales.

En ese sentido, el objetivo de este capítulo es dar al lector una idea de cuáles son las actividades que definen los procesos industriales y operativos de las envasadoras GLP, de tal manera que, este esté familiarizado con dichos procesos y pueda interpretar correctamente la arquitectura de la plataforma que, posteriormente será expuesta.

4.1 Proceso operativo general

En República Dominicana existen diversas compañías, debidamente autorizadas, que tienen la capacidad de obtener, importar, procesar, almacenar y distribuir diversos tipos de combustibles. Uno de ellos es el GLP, cuya demanda ha ido en crecimiento en los últimos años y los procesos operativos han ido madurando con el tiempo.

Para poder almacenar y distribuir GLP, se deben tener en cuenta múltiples factores y tener la infraestructura y procesos necesarios que permitan la correcta ejecución operativa en cada etapa.

4.1.1 Licuefacción del GLP

El proceso de licuefacción del GLP empieza por la obtención del crudo o petróleo, que no es más que una mezcla natural homogénea de hidrocarburos o compuestos orgánicos de hidrógeno y carbono. Este es un líquido de apariencia negra y viscosa que normalmente es extraído de la corteza terrestre e importado por REFIDOMSA a República Dominicana para su posterior procesamiento.

Como se muestra en la *Figura 78*, luego que el petróleo es extraído envasado e importado, es sometido a un proceso de separación molecular que consiste en calentar el crudo a 400°C en un horno, haciendo que cada compuesto alcance su punto de ebullición y lentamente se organicen de acuerdo a su peso molecular, es decir que, cada componente, basado en su punto de ebullición, se colocara en la etapa de la torre que le corresponda en orden de mayor peso a menor peso.

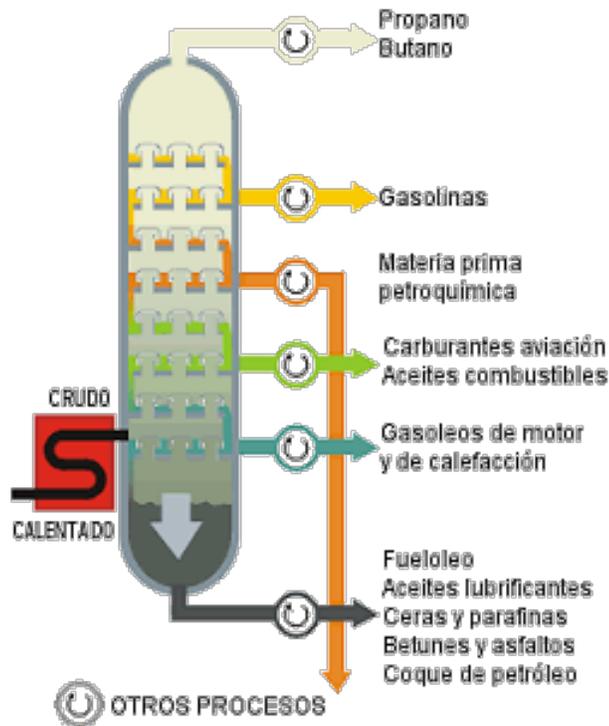


Figura 78. Torre de destilación del petróleo
 Recuperado de: <http://recursostic.educacion.es>

Este proceso se le llama Destilación Atmosférica, donde después de calentarlo, es descompuesto en los diversos productos en una torre de fraccionamiento. Luego, la próxima fase consiste en pasar la mezcla de productos livianos o gases a la unidad de hidrotratamiento, donde se hacen reacciones químicas utilizando hidrogeno para eliminar los contaminantes como el azufre y nitrógeno. Este proceso es repetido varias veces hasta obtener pequeñas cadenas de hidrocarburos que forman de forma separada el propano y butano.

Finalmente, se procede a la licuefacción o licuación de los gases, el cual es un proceso que consiste en cambiar el estado de dicha sustancia a estado líquido por medio del aumento de presión o compresión isotérmica, o por medio de la disminución de la temperatura o expansión adiabática.

Como se observa *Tabla 6*, para almacenar el GLP en forma líquida este requiere ser comprimido en un taque con aproximada 172 psi de presión.

Temperature		Vapour Pressure	
C	F	kPa	PSIG
54	130	1794	257
43	110	1358	197
38	100	1186	172
32	90	1027	149
27	80	883	128
16	60	637	92
-1	30	356	51
-18	0	152	24
-29	-20	74	11
-43	-45	0	0

Copyright © 2015 Elgas Ltd.

Tabla 6. Relación entre la presión y la temperatura del GLP
 Recuperado de: <http://www.elgas.com.au/images/stories/LPG-Pressure-Chart.jpg>

4.1.1.1 Centro de distribución

Son las terminales que se encargan tanto de la recepción como el control y despacho de GLP para su distribución a las estaciones de servicio. Esta división de una envasadora ayuda a mantener el control del combustible que llega de la refinería o de otro país, y la salida de este a las estaciones de expendio.

También, en algunos casos, los centros de distribución tienen un centro de monitoreo generalizado, control de casos, un taller de mantenimiento vehicular, control de logística vía GPS y una estación de servicio que se alimenta del mismo tanque estacionario que almacena el producto que llega directamente de la refinería.

4.1.2 Adquisiciones del producto

El proceso de adquisición del GLP puede ocurrir tanto en la refinería (REFIDOMSA) como en la terminal de distribución de Coastal Petroleum Group. De una u otra forma, el proceso es similar y consiste en los siguientes pasos:

1. Primero se genera una orden de compra cuya factura aún no se emite por parte de la refinería ya que esta dependerá del volumen exacto obtenido en el llenado.
2. El camión cisterna se dirige vacío al centro de llenado de la terminal de combustible Coastal.
3. Una vez el camión llega, se valida la ficha o numeración del tanque.
4. Este es parqueado en la báscula y se obtiene el peso de referencia del camión con el tanque vacío.
5. La cola se dirige a la terminal de carga y se posiciona.
6. Se colocan las señalizaciones, frenos y extinguidores del camión como lo indican los procedimientos de seguridad.
7. El operario se coloca el equipo de protección personal (EPP)
8. Se descarga el tanque eléctricamente conectándolo a tierra por medio de un cable.
9. El operario conecta la manguera de transferencia en la válvula de entrada líquida del tanque receptor y la manguera en la salida de vapor.
10. El operario verifica el volumen inicial del tanque receptor utilizando como instrumento el rotogage.

11. Se calcula el volumen total estimado que se requiere para completar el tanque receptor a un 85% de su capacidad, así el producto tiene espacio para la expansión térmica.
12. Se inicia el despacho del GLP indicando al despachador la cantidad estimada en el punto anterior. Este proceso puede tardar entre una y dos horas, dependiendo la cantidad despachada y/o la capacidad de tanque receptor.
13. Durante el despacho, el flujo es medido por másico conectado en la salida de la manguera que transfiere el líquido al tanque receptor.
14. Cuando el despacho alcanza el volumen estimado en el punto 11, este se detiene.
15. El operario verifica el volumen final del tanque receptor utilizando como instrumento el rotogage.
16. Se valida que la resta del volumen final menos el volumen inicial corresponda a la lectura del medidor de flujo.
17. El operario coloca el precinto de seguridad numerado para prevenir aperturas no autorizadas durante el tránsito.
18. El operario toma el equipo de protección personal y elementos de seguridad del camión.
19. El chofer lleva el camión a la báscula de salida y pesa nuevamente el camión cisterna.
20. El operador de Coastal le entrega al chofer una boleta con los datos que suministra el másico y demás instrumentos de medición, así como también el monto total a pagar.

21. El chofer se dirige al centro de distribución.
22. Al igual que se hizo en la terminal de Coastal, se pesa el camión en la entrada en una báscula para camiones.
23. Se posiciona el camión y se verifica el precinto de seguridad de la válvula.
24. El personal de la estación hace las conexiones en el tanque estacionario de distribución.
25. Se inicia la descarga al tanque estacionario.

4.1.3 Transporte y distribución de inventario

Este es el proceso por el cual el centro de distribución hace llegar, a través de los camiones cisterna, el GLP a sus estaciones de despacho. Esta tiene el control de las cantidades y las rutas que deben seguir los conductores para poder entregar el producto y reabastecer cada tanque de cada estación.

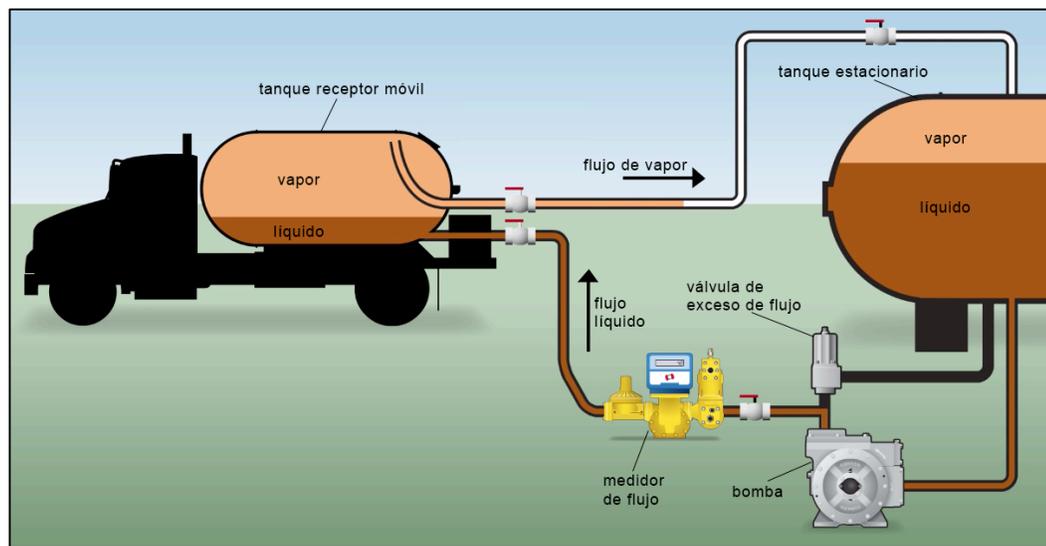


Figura 79. Proceso de transferencia de inventario desde un tanque estacionario a un tanque móvil.
Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=RArc1FWVo78>

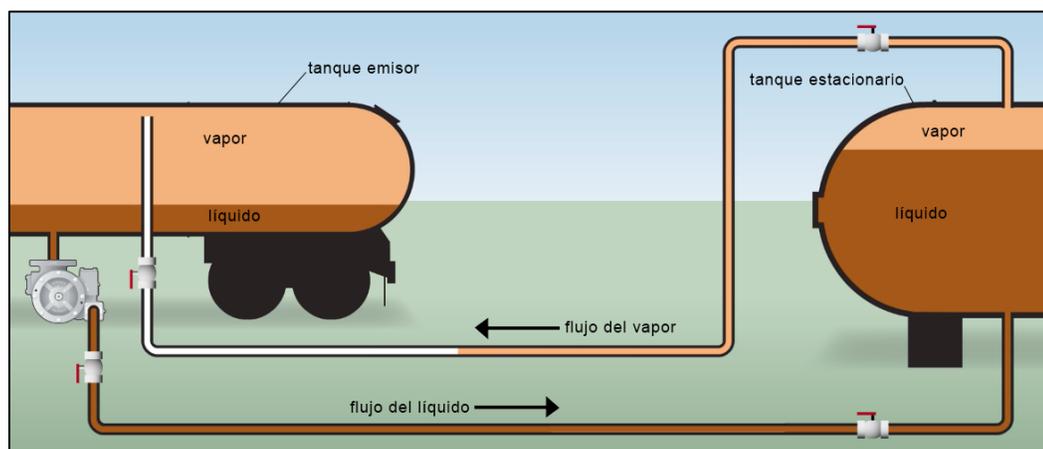
La frecuencia de reabastecimiento de cada estación dependerá directamente de la demanda de servicios o despachos que tenga cada una y la cantidad de tanques estacionarios en serie que disponga. Asimismo, el procedimiento a seguir cuando un camión llega a la estación, es parecido al del centro de servicio; con excepción de que las estaciones no cuentan con una báscula que mida el peso del camión. En ese caso, el encargado de la estación mide el volumen, tanto del tanque del camión, como el tanque estacionario usando en ambos casos el rotogage o magnetel, hace la transferencia, y finalmente mide el volumen final. Con estos datos, se estiman los cierres financieros que se definen más adelante.

4.1.4 Proceso de transferencia y almacenamiento del GLP en las estaciones

El proceso de transferencia consiste de diversos procedimientos que procuran trasladar el líquido de un tanque emisor a un tanque receptor. Lo normal es que este proceso se lleve a cabo entre un tanque móvil y un tanque estacionario.

Este proceso inicia con la conexión de dos líneas o ductos, una que transporta el líquido del tanque contenedor al tanque receptor, mientras que otra línea intenta balancear o compensar el nivel de presión entre los dos tanques. En ese sentido, la extracción del GLP líquido del tanque contenedor debe ser por medio una bomba diseñada especialmente para manipular GLP. En otros casos, es posible utilizar compresores que transportan el vapor del tanque receptor al contenedor con el objetivo de generar una diferencia de presión que obligue al tanque emisor transferir la parte líquida al tanque receptor.

Como se muestra en *Figura 80*, al momento de trasladar el GLP líquido del tanque móvil al tanque estacionario, el móvil debe compensar la presión perdida con la presión adquirida en el tanque estacionario, de modo que exista un balance de presión entre ambos.



*Figura 80. Proceso de transferencia de inventario desde un tanque móvil a un estacionario.
Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=gz5N3Ap8Pfk>*

4.1.5 Dispensio y venta del producto al consumidor final

Es el proceso por el cual las estaciones de venta despachan GLP a los tanques receptores de los clientes, por ejemplo, tanques de uso doméstico, tanques de vehículos de motor, etc. Asimismo, el proceso de dispensio inicia con la inspección visual del tanque receptor; donde se intenta verificar que físicamente dicho tanque se encuentre libre de corrosión, abolladuras y que su condición física esté dentro de los parámetros de seguridad permitidos.

Luego, el operador conecta y enrosca la punta de la manguera, llamada en inglés *pigtail*, al tanque receptor. Una vez el tanque del cliente esté conectado al dispensador, el operador procede a abrir la válvula del tanque, inicia el despacho y finalmente abre la válvula de la manguera. Si el despachador primero abre la válvula

de la manguera antes de iniciar el despacho, el contenido de la manguera ira directo al tanque receptor sin que este se contabilice, generando una alarma por parte del panel de control electrónico. En ese sentido, cabe destacar que el producto contenido en la manguera siempre es pagado por el cliente anterior.

4.2 Venta a domicilio por medio de las bolitas

Este método de distribución por lo general es realizado directamente por el centro de distribución central, es decir, los vehículos de distribución al detalle se abastecen en las terminales de distribución de las envasadoras y van directamente al cliente.

Por lo general, estas ventas están dirigidas al sector residencial, comercial e industrial, como son los restaurantes, condominios, comedores, cafeterías, universidades, hoteles, edificios, condominios. Asimismo, los tanques receptores deben ser tanques industriales, con ciertas especificaciones técnicas requeridas por el suplidor.

Por otro lado, el tanque de un camión de venta al detalle, normalmente puede transportar entre 1,500 y 3,500 galones, dependiendo la capacidad y la demanda. Una unidad puede hacer varias transferencias al día y poseen todos los componentes necesarios para controlar, dispensar y medir cada uno de los despachos realizados durante el día. Esencialmente, estos camiones representan una estación de GLP móvil con un dispensador en la parte posterior.

El operario, tiene la capacidad de emitir facturas de manera automática utilizando el POS instalado en el camión, el cual se encuentra conectado al panel de control, y

finalmente puede realizar el cuadro al final del día en la terminal de carga y descarga.

4.3 Cierre financiero de la estación

El cierre de una estación es un proceso diario que determinar si hay pérdidas, ya sea en términos monetarios o de inventario. El proceso involucra varios aspectos: la comparación entre el monto efectivo recibido y el total de inventario vendido, y la comparación del inventario estimado contra el inventario existente en el tanque.

Idealmente, la diferencia de estas dos comparaciones debería ser cero, pero en realidad hay factores humanos y externos que evitan dicha exactitud. Es por ello que los cierres financieros, en este caso, permiten un margen de error que va acorde con las políticas de la organización. En ese sentido, las operaciones, los procesos, procedimientos, los sistemas computacionales y la cultura de la empresa son herramientas que tratan de minimizar los márgenes de errores con el objetivo de mantener el mayor control posible y maximizar los beneficios.



Figura 81. Comparación del inventario estimado y el real
Fuente: Propia

Para poder estimar el inventario existente en el tanque estacionario, el sistema o el encargado de la estación debe hacer el siguiente calculo, tal como se muestra en la *Figura 81*:

1. Tomar el inventario final en galones del cierre anterior, lo cual da como resultado el Inventario Inicial para el cierre en proceso.
2. Sumar el total de todos los galones transferidos (recibidos) durante el período del cierre, resultando en el Total de Transferencias
3. Restar el total de los galones despachados en cada metro o dispensador, resultando finalmente en el Inventario Estimado.
4. Tomar la medida volumétrica del tanque o el porcentaje de inventario existente, resultando en el Inventario Real.
5. Finalmente se compara el Inventario Real (inventario final del cierre actual) contra el resultado del Inventario Estimado.

Si el resultado en este cálculo da un numero positivo, indica el *over* del cierre, en caso que el resultado sea negativo, indica el *short* del cierre. Estas diferencias, básicamente, indican si hubo beneficios o perdidas en términos de inventario.

4.3.1 Diferencia de inventario (over y short)

En un cierre de estación, idealmente se espera que el porcentaje diferencial entre el inventario real y el estimado sea un 10% positivo, pero en la mayoría de los casos, el cierre actúa de forma cíclica; donde cada cierre de turno alterna dicha diferencia entre *over* o *short*.

En términos numéricos, como se muestra en la *Figura 82*, el short significa que el nivel del tanque es menor de lo previsto, lo que quiere decir, que la cantidad de galones contenida en el tanque no es la correcta y el over significa que el tanque tiene un inventario por encima del estimado.

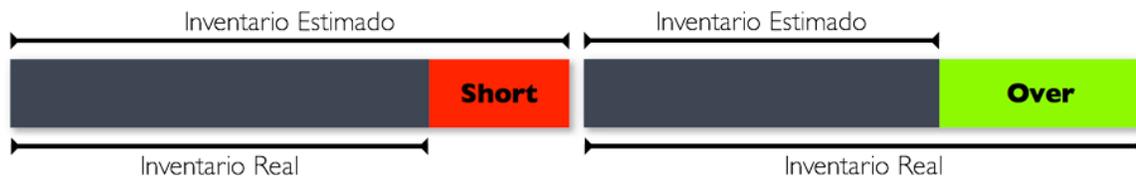


Figura 82. Representación gráfica del over y short
Fuente: Propia

De una u otra forma, estas diferencias pueden suceder por causa de diversos factores. Entre ellos esta: la temperatura, lectura incorrecta del nivel, una mala calibración de los dispensadores, medida de flujo incorrecta, falla de precisión o fraude en los procesos de transferencia de inventario, fraudes en alguno de los procedimientos de despacho, error humano.

Estos valores, por lo general, son indicadores de eficiencia que los administradores utilizan para dar seguimiento al nivel de eficacia y efectividad diaria de sus estaciones de servicio.

4.3.2 Eficiencia de una estación

La eficiencia de una estación indica el nivel de exactitud que tiene basado en las diferencias obtenidas en cada cierre que haga, es decir, el porcentaje diferencial entre el inventario estimado y el inventario real expuesto en el cierre del día.

Cierres financieros de [Estación]

Desde 01/ [Mes] 12:00 AM hasta 31/ [Mes] 11:59 PM



Fecha	Día	Hora	Estación	Usuario Gestor	Despachado	Inv. Estimado	Inv. Real	Diferencia	Eficiencia	Total Ventas
31/ [Mes]	Miércoles	10:20 PM	[Estación]	[Usuario]	3,565.87 gls	18,032.13 gls	17,956.00 gls	-76.13 gls (short)	99.58%	RD\$ 360,152.87
30/ [Mes]	Martes	10:23 PM	[Estación]	[Usuario]	3,653.89 gls	21,578.11 gls	21,598.00 gls	19.89 gls (over)	100.09%	RD\$ 369,042.89
29/ [Mes]	Lunes	10:02 PM	[Estación]	[Usuario]	3,371.62 gls	16,328.38 gls	16,314.00 gls	-14.38 gls (short)	99.91%	RD\$ 340,533.62
28/ [Mes]	Domingo	10:15 PM	[Estación]	[Usuario]	3,151.59 gls	19,568.41 gls	19,700.00 gls	131.59 gls (over)	100.67%	RD\$ 318,310.59
27/ [Mes]	Sábado	10:12 PM	[Estación]	[Usuario]	3,838.39 gls	13,297.61 gls	13,287.00 gls	-10.61 gls (short)	99.92%	RD\$ 387,677.39
26/ [Mes]	Viernes	10:31 PM	[Estación]	[Usuario]	3,972.73 gls	17,112.27 gls	17,136.00 gls	23.73 gls (over)	100.14%	RD\$ 395,286.64
25/ [Mes]	Jueves	10:07 PM	[Estación]	[Usuario]	3,589.53 gls	21,016.47 gls	21,085.00 gls	68.53 gls (over)	100.33%	RD\$ 357,158.24
24/ [Mes]	Miércoles	10:18 PM	[Estación]	[Usuario]	3,023.36 gls	15,805.64 gls	15,852.00 gls	46.36 gls (over)	100.29%	RD\$ 300,824.32
23/ [Mes]	Martes	10:27 PM	[Estación]	[Usuario]	3,228.60 gls	18,830.40 gls	18,829.00 gls	-1.40 gls (short)	99.99%	RD\$ 321,245.70
22/ [Mes]	Lunes	10:10 PM	[Estación]	[Usuario]	3,314.85 gls	21,922.15 gls	22,059.00 gls	136.85 gls (over)	100.62%	RD\$ 329,827.58
21/ [Mes]	Domingo	10:04 PM	[Estación]	[Usuario]	3,001.21 gls	16,268.79 gls	16,314.00 gls	45.21 gls (over)	100.28%	RD\$ 298,620.40
20/ [Mes]	Sábado	10:12 PM	[Estación]	[Usuario]	3,438.80 gls	10,207.20 gls	10,261.00 gls	53.80 gls (over)	100.53%	RD\$ 342,160.60
19/ [Mes]	Viernes	10:06 PM	[Estación]	[Usuario]	3,366.71 gls	13,561.29 gls	13,646.00 gls	84.71 gls (over)	100.62%	RD\$ 304,987.65
18/ [Mes]	Jueves	10:12 PM	[Estación]	[Usuario]	3,175.21 gls	7,956.79 gls	8,003.00 gls	46.21 gls (over)	100.58%	RD\$ 315,933.40
17/ [Mes]	Miércoles	10:07 PM	[Estación]	[Usuario]	3,161.42 gls	11,205.58 gls	11,132.00 gls	-73.58 gls (short)	99.34%	RD\$ 314,561.29
16/ [Mes]	Martes	10:14 PM	[Estación]	[Usuario]	3,570.70 gls	14,282.30 gls	14,367.00 gls	84.70 gls (over)	100.59%	RD\$ 355,284.65
15/ [Mes]	Lunes	10:09 PM	[Estación]	[Usuario]	3,479.19 gls	17,810.81 gls	17,853.00 gls	42.19 gls (over)	100.24%	RD\$ 346,179.41
15/ [Mes]	Lunes	06:50 AM	[Estación]	[Usuario]	2,970.91 gls	21,247.09 gls	21,290.00 gls	42.91 gls (over)	100.20%	RD\$ 295,605.55
13/ [Mes]	Sábado	10:15 PM	[Estación]	[Usuario]	3,175.45 gls	24,124.55 gls	24,218.00 gls	93.45 gls (over)	100.39%	RD\$ 315,957.28
12/ [Mes]	Viernes	10:30 PM	[Estación]	[Usuario]	3,211.02 gls	18,079.98 gls	18,366.00 gls	286.02 gls (over)	101.58%	RD\$ 319,496.49
11/ [Mes]	Jueves	10:13 PM	[Estación]	[Usuario]	3,057.95 gls	12,301.05 gls	12,365.00 gls	63.95 gls (over)	100.52%	RD\$ 304,266.03
10/ [Mes]	Miércoles	10:05 PM	[Estación]	[Usuario]	3,199.99 gls	6,393.01 gls	6,413.00 gls	19.99 gls (over)	100.31%	RD\$ 318,399.01
09/ [Mes]	Martes	10:06 PM	[Estación]	[Usuario]	3,327.32 gls	9,549.68 gls	9,593.00 gls	43.32 gls (over)	100.45%	RD\$ 331,068.34
08/ [Mes]	Lunes	10:12 PM	[Estación]	[Usuario]	3,515.89 gls	12,901.11 gls	12,877.00 gls	-24.11 gls (short)	99.81%	RD\$ 349,831.06
07/ [Mes]	Domingo	10:05 PM	[Estación]	[Usuario]	3,044.05 gls	16,355.95 gls	16,417.00 gls	61.05 gls (over)	100.37%	RD\$ 302,882.97
06/ [Mes]	Sábado	10:20 PM	[Estación]	[Usuario]	3,560.41 gls	10,547.59 gls	10,517.00 gls	-30.59 gls (short)	99.71%	RD\$ 357,821.21
05/ [Mes]	Viernes	10:32 PM	[Estación]	[Usuario]	3,190.04 gls	14,099.96 gls	14,108.00 gls	8.04 gls (over)	100.06%	RD\$ 320,599.02
04/ [Mes]	Jueves	10:12 PM	[Estación]	[Usuario]	3,106.83 gls	17,081.17 gls	17,290.00 gls	208.83 gls (over)	101.22%	RD\$ 312,236.41
03/ [Mes]	Miércoles	10:11 PM	[Estación]	[Usuario]	3,488.05 gls	10,619.95 gls	10,671.00 gls	51.05 gls (over)	100.48%	RD\$ 350,549.03
02/ [Mes]	Martes	10:13 PM	[Estación]	[Usuario]	3,449.86 gls	14,149.14 gls	14,108.00 gls	-41.14 gls (short)	99.71%	RD\$ 346,710.93
01/ [Mes]	Lunes	10:00 PM	[Estación]	[Usuario]	3,073.36 gls	8,623.64 gls	8,670.00 gls	46.36 gls (over)	100.54%	RD\$ 308,872.68

Tabla 7. Resultados de los cierres financieros de una estación durante el período de un mes
Fuente: Nodrix, Aplicación GSD en producción

Como se puede apreciar en la *Tabla 7*, una estación debe realizar cierres financieros diariamente, y cada uno expone la eficiencia en términos porcentual, reflejando el nivel de exactitud y efectividad que tienen los procesos de la estación a lo largo del día.

4.3.3 Proceso de cuadro de turno por encargado

Un cuadro de turno, en contraste con un cierre, es realizado varias veces al día, es decir, un conjunto de cuadros componen un cierre diario. Asimismo, el cuadro es un proceso de cierre parcial realizado en cada cambio de turno, donde el encargado de la estación que finaliza su jornada de trabajo entrega los resultados de sus ventas al encargado que inicia su labor. Este procedimiento, tal como se muestra en la *Figura 83*, está constituido por varias actividades:

1. El encargado debe detener las ventas en todos los dispensadores temporalmente. Esta pausa en las operaciones puede tardar entre 5 y 10 minutos.
2. Cada operador o despachador debe tomar el contador volumétrico actual o contador final (*Cf*) que indica el medidor, en este caso, el panel de control electrónico provee dicha información. Existen casos donde las estaciones cuentan con medidores mecánicos y de allí los operadores deben obtener la numeración del contador.
3. Luego de obtenido los contadores, el encargado se dirige al tanque estacionario y mide el nivel porcentual para determinar la cantidad volumétrica observada de inventario (*VOa*) existente en el tanque. Por lo general se utiliza el rotogage, dispositivo definido en el subcapítulo 3.2.4.1
4. El encargado de la estación permite el despacho reanudando las ventas.
5. Se toman los contadores finales (*Cf*) de cada dispensador del cuadro anterior, estos valores representan el contador inicial (*Ci*) para el cuadro actual.
6. Para cada dispensador, se resta el contador final menos el contador inicial ($Cf - Ci$) para determinar la cantidad de inventario despachado y se suman todos para conseguir el total despachado (*TD*) a nivel de estación.
7. Se obtiene el monto total para cada dispensador, multiplicando el precio del producto por el total despachado, indicando así, la cantidad de efectivo que cada despachador debe entregar al encargado.
8. Se toma el volumen observado del cierre anterior el cual figura como volumen observado inicial (*VOi*) para el cierre actual.

9. Se suma el volumen de todas las boletas de transferencias o abastecimientos ocurridos durante el período de cierre, obteniendo como resultado el total de volumen transferido (ΣVO_t)
10. Finalmente se calcula la diferencia entre el volumen observado actual (VO_a) y el volumen estimado (VE), el cuál es el resultado definido en la *Figura 81*.
11. Finalmente, esta diferencia indica si el cierre obtuvo un over o un short dependiendo el signo numérico de la operación.

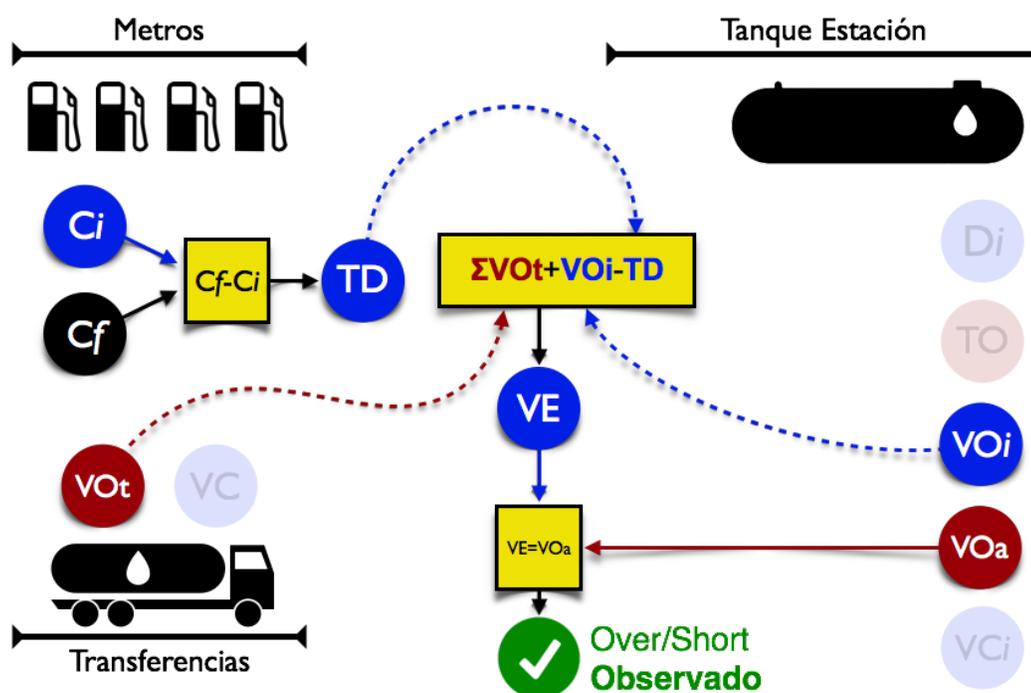


Figura 83. Diagrama general del proceso de cuadro general de estación
Fuente: Propia

Según lo investigado, este ejercicio es realizado varias veces al día de forma manual y normalmente el último turno es el que ingresa la información al sistema que mantiene los registros de los cierres.

4.4 Proceso de calibración de metros

Con el tiempo los dispensadores tienden a perder precisión respecto a la realidad, es decir, que la cantidad volumétrica indicada en pantalla no corresponde con la cantidad real despachada. Este es un inconveniente común en las estaciones de servicio, el cual es mitigado por medio de procedimientos de mantenimiento. Uno de esos procedimientos es el de la calibración.

Calibrar un equipo o instrumento es el proceso por el cual se comparan las unidades de medida de uno con otro, siendo el último de mayor precisión. En otras palabras, se intenta que el valor resultante del instrumento calibrado corresponda a los valores indicados por el instrumento maestro o calibrador. En ese sentido, los instrumentos sujetos a calibración, por lo general, tienen un factor, físico o digital, utilizado para variar linealmente sus resultados. Normalmente, este factor es obtenido dividiendo el resultado de la medida real entre el resultado de la medida indicada por el instrumento calibrado. Este resultado es la relación o coeficiente que requiere el instrumento para igualar los resultados del instrumento maestro.

En una estación de servicio donde se despacha GLP, la calibración de los dispensadores es esencial, ya que tanto el organismo regulador, el consumidor y el propietario de la envasadora, velan porque los montos asociados con los despachos correspondan a las cantidades físicas reales.

En ese sentido, existe un procedimiento cuyo objetivo es mantener los dispensadores calibrados, para así poder estar acorde a los reglamentos y disposiciones institucionales indicadas por INDOCAL.

Como se muestra en la *Figura 84*, dicho procedimiento consiste en las siguientes actividades:

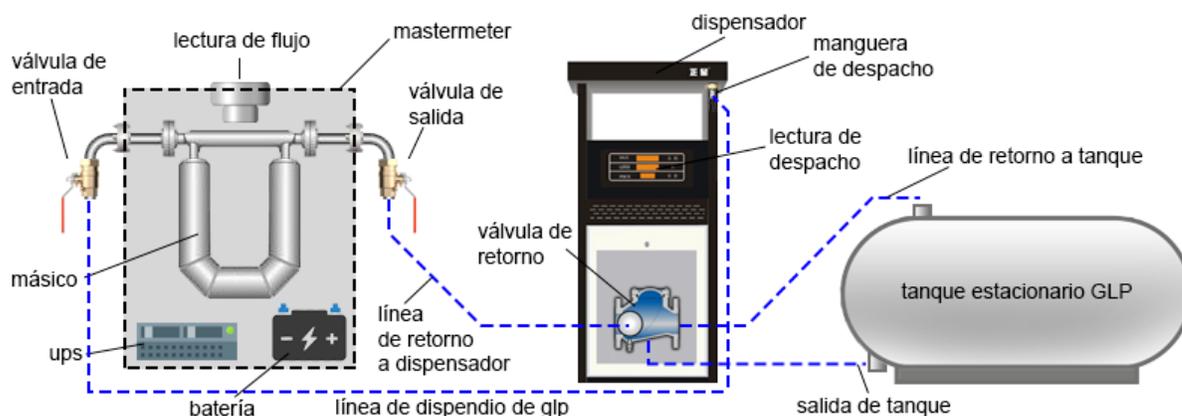


Figura 84. Diagrama de conexión del medidor maestro al dispensador de GLP para calibración
Fuente: Propia.

1. Se conecta la manguera de despacho a la entrada del medidor maestro.
2. Se conecta la salida del medidor maestro a la válvula de retorno del dispensador.
3. Se abren las válvulas del medidor maestro, la de retorno y la de la manguera.
4. Se reinicia el contador volumétrico del medidor maestro a 0.
5. En el panel de control, se inicia el modo calibración.
6. Se configura una prueba de 5 a 10 galones y se inicia el despacho.
7. Cuando finalice el despacho, se toma el valor indicado en el medidor maestro.
8. Dicho valor se ingresa en el módulo de calibración en el panel de control.
9. Dicho módulo de calibración, de forma automática, calcula el coeficiente requerido para que el despacho corresponda con lo indicado por el medidor maestro.
10. Se realiza una segunda prueba de 5 a 10 galones.
11. Se verifica que la cantidad indicada en el dispensador corresponda a la indicada por el medidor maestro.

12. Finalmente, se restaura el dispensador para que pueda operar de forma normal.

Este proceso de verificación, también es realizado anualmente por el personal del INDOCAL.

4.5 Amenazas y vulnerabilidades

Las estaciones de servicio de GLP constantemente se encuentran bajo amenaza de personas que intentan, de una u otra forma, explotar las vulnerabilidades que estas presentan. En ese sentido, tanto personal interno como clientes, desarrollan técnicas y estrategias con la capacidad de explotar dichas vulnerabilidades. Asimismo, el objetivo de dichas estrategias es burlar los procesos a favor de malhechor para obtener un beneficio personal proveniente de los recursos propios de la empresa.

4.5.1 Apertura parcial de válvulas

Esta técnica consiste en disminuir al mínimo el flujo del GLP desde el dispensador hasta el tanque receptor del cliente. Esto se hace evitando abrir completamente una de las válvulas, ya sea la del tanque receptor o la de la manguera del dispensador.

En ese sentido, a la hora de iniciar el despacho, el medidor probablemente no tendrá la suficiente precisión como para medir un flujo tan bajo, ocasionando un resultado incoherente en el conteo volumétrico. Esta técnica permite al despachador extraer más producto del que está indicando el medidor de flujo.

4.5.2 Deshabilitación del contador mecánico

Esta técnica consiste en insertar un objeto pulsante, como un cable rígido, el cual hace que falle el mecanismo interno de conteo, haciendo que deje de incrementar la numeración. Esto permite descachar producto sin este sea contabilizado.



Figura 85. Demostración de la deshabilitación de un contador mecánico.
Fuente: Propia

4.5.3 Vaciado de manquera

Una manguera para el dispendio, de $\frac{3}{4}$ y 3 pies de longitud, puede retener unos 0.7 galones de GLP aproximadamente. Debido a que este producto se encuentra luego del sistema de medición de flujo, puede ser extraído con tan solo abrir la válvula de la manguera. En ese sentido, una de las técnicas consiste en tomar un tanque cuya presión sea relativamente menor que la de la manguera y succionar el producto de la manguera.

Esta práctica, por lo general es monetizada por choferes de vehículos del transporte público y taxistas, donde el contenido de una manguera es vendido a un costo aproximado del 40% de un galón de GLP. Finalmente, este dinero nunca es contabilizado, resultando en pérdida económica y de inventario para la empresa.

4.5.4 Calzado de electroválvula

El calzado de la válvula solenoide, por lo general, es un desperfecto que se manifiesta cuando no se aplican los procedimientos de mantenimientos en el dispensador.

La electroválvula tiene un diafragma que permite o no el paso del GLP, dependiendo la diferencia de presión interna que tenga y el estado del solenoide. Este, a su vez, tiende a formar grumos de partículas, ya sea por falta de mantenimiento o corrosión, haciendo que el diafragma no cierre completamente, permitiendo así, el drenaje del combustible a través de las líneas de despacho. Desde el punto de vista del panel de control, la válvula puede estar cerrada, pero físicamente, está abierta permitiendo lentamente el flujo del producto.

4.5.5 Contador mecánico

El contador mecánico es un artefacto con diversas partes en movimiento y constante roce. Este roce genera un aumento de temperatura y a su vez desgaste, produciendo así una degradación de la precisión. Por otro lado, con el tiempo los rodamientos también pueden sufrir daños y provocar desgaste en los piñones que movilizan la numeración o contador causando lecturas incorrectas.

4.5.6 Calibración no autorizada

Esta técnica permite el despacho de producto de forma justificada, pero en base un conteo por debajo de la realidad.

La calibración de los equipos debe ser un proceso autorizado y realizado por un personal debidamente capacitado. En caso que este procedimiento sea realizado de forma inadecuada o sin autorización, el dispensador tiene el riesgo de registrar el flujo medido incorrectamente. Esto significa que, el coeficiente de calibración puede ser manipulado y configurado por debajo del valor indicado por el medidor maestro, con el objetivo de minimizar los montos calculados por el despacho.

4.5.7 Bloqueo de la electroválvula

Las electroválvulas solenoide tienen un tiempo de actividad física durante el cambio de estado de apertura, es decir, cuando el solenoide abre para permitir el paso del fluido, hay un lapso temporal en milisegundos donde la presión en una de las cámaras disminuye para permitir el paso del producto, tal como se indica en el subcapítulo 3.4.1.3

En ese sentido, la técnica consiste en iniciar un despacho para que la válvula abra e instantáneamente cancelarlo. Si se hace en mismo tiempo que la cámara de la electroválvula está liberando presión, es decir, durante el proceso de apertura, es posible que la señal de cierre nunca se haga efectiva. Esto significa que, desde el punto de vista del panel de control, la electroválvula está cerrada, sin embargo, esta físicamente abierta, permitiendo el paso del combustible sin este ser contabilizado.

4.5.8 Cierre eléctrico manual de los relés

Esta técnica consiste en conectar manualmente el puerto del relé que activa la electroválvula, cerrando el circuito y energizando su solenoide. Esto solo es posible si la persona tiene acceso a manipular físicamente a la tarjeta del panel de control.

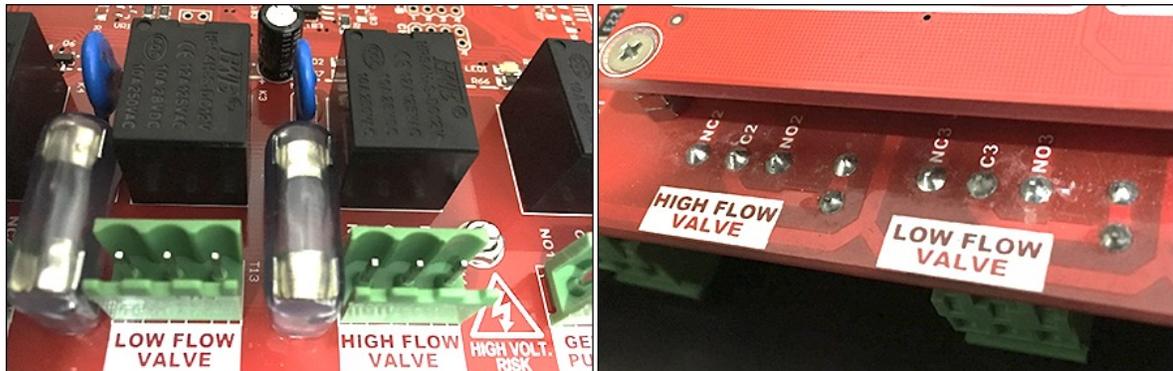


Figura 86. Relés que activan las electroválvulas.
Fuente: Nodrix

4.5.9 Manipulación de números

Esta práctica es realizada normalmente por el encargado de la estación, durante la gestión del cierre del día. Consiste en ajustar los números de forma manual para obtener los resultados a conveniencia. Esta técnica es común en estaciones que no cuentan con controles o sistemas informáticos que certifiquen la veracidad de la información suministrada. En estos casos, no es posible determinar en qué lugar está la falla, dado que todas las entradas son realizadas de forma manual y sin validaciones.

[REDACTED]		Título del Formulario: Cuadre de Envasadora				CÓDIGO: [REDACTED]	
PLANTA: [REDACTED]		FECHA: 21-12-13				REVISIÓN: 0	
COD. PLANTA: [REDACTED]		HORA CUADRE: 2:00 PM				PAGINA: 1 DE 1	
		HORA VALIJA: A000 [REDACTED]					
		COD. VALIJA: [REDACTED]					

INV. INICIAL	4,530	INV. FINAL	10,000
FINAL TANQUE	CAPACIDAD 12000	GLS.	10,000
	% 63.33%	PRESION	115
		TEMP.	82

EXISTENCIA EN COLA		COMPRA (V=0 GRADOS)		COMPROBACION DE PESO:
FICHA	GALONAJE	No. CONDUCE	GALONAJE	
		[REDACTED]		
TOTAL GLS		COMPRA GLS	9,684.00	
PRECIO	RDS/108.50			

METRO	M1	M2	M3	M4	M5	M6
INICIAL	296773.03	342138.25	285240.35	263349.91	264556.88	228571.72
FINAL	297673.93	343113.00	286137.82	263683.51	270301.28	229147.64
GALONES	900.90	975.55	898.85	333.60	745.40	575.92
TOTAL RDS	97747.65	105847.17	97525.27	36195.60	80875.90	62487.32
SERVICIOS	279	308	249	103	238	196

TOTAL GALONES	4,430.22	TOTAL SERVICIOS	1,375
MASTER METER		DEPOSITO #1	RDS 480,678.87
GALONES AJUSTADOS		DEPOSITO #2	RDS
TOTAL VENTAS	RDS 480,678.87	DEPOSITO #3	RDS

RESULTADO OPERACIONAL	GALONES
INVENTARIO FINAL ESTIMADO	9,783.78
OVER (+) SHORT (-)	216.22

TOTALES POR CONCEPTOS	OTROS CONCEPTOS:
EFFECTIVO 375,957.00	PROMOCION
	VISANET BONOGAS

Figura 87. Ejemplo de cierre manual.
Fuente: Nodrix

4.5.10 Transferencia parcial de los camiones cisterna

Por lo general, las estaciones de GLP reciben a diario transferencias que van entre los 6,000 y 12,000 galones de GLP. Estas transferencias provienen de los centros de distribución de la envasadora. En ese sentido, lo ideal es que, cuando el camión cisterna llega a la estación, el encargado se asegure de extraer la totalidad de GLP contenida en el tanque móvil y transferirla al tanque estacionario.

Sin embargo, existe una técnica que consiste simplemente en no extraer la totalidad y dejar un remanente en el camión cisterna. Este método es funcional, debido a que

el proceso para medir el tanque cisterna es a través del rotogage, el cual indica el porcentaje volumétrico de producto contenido en el tanque sin considerar la temperatura.

En ese sentido, como se muestra en la *Figura 88*, el volumen del producto contenido en el tanque puede variar debido al cambio de temperatura que experimenta durante su trayecto a la estación. Asimismo, otros factores a considerar están, la cantidad de sol, el color del tanque, la temperatura externa, el movimiento del camión, entre otros.



*Figura 88. Cambio de densidad debido al cambio de temperatura.
Fuente: Propia*

El objetivo de este método es, abastecer el tanque estacionario de la estación con exactamente el volumen indicado por la boleta de transferencia, ignorando el remanente producido por el cambio de temperatura. De esta forma, desde el punto de vista de la administración, la transferencia fue realizada dentro de los parámetros normales, sin embargo, no se toma en cuenta el producto remanente perdido en el trayecto.

En las estaciones que pasa este tipo de fraude, por lo general, tanto el encargado como el conductor del camión cisterna trabajan en equipo para efectuar la operación. De todas formas, es posible que la anomalía se refleje en los resultados

de los cierres financieros como *overs* y *shorts*, tal como se detalla en el subcapítulo 4.3 . El problema es que, sin importar que se refleje en estos resultados, no existe ningún mecanismo que indique la verdadera causa de estas diferencias en los cierres financieros.

RESUMEN

A lo largo de este capítulo, se pudo apreciar el nivel de complejidad que presentan las envasadoras en cuando a los procesos operativos que llevan a cabo. Entre las actividades de mayor importancia, está la del cierre financiero de la estación. Dicha actividad fue expuesta de manera detallada, indicando cómo funciona la diferencia de inventario, la eficiencia de la estación y cuáles son los pasos y tareas que el encargado de estación lleva a cabo para generar sus cuadros de turno.

En ese sentido, se expusieron las principales amenazas y vulnerabilidades, comúnmente presentes en las envasadoras, incluyendo un análisis de cómo estas influyen en los márgenes de beneficios que las envasadoras dejan de asimilar.

Finalmente, cabe destacar que muchos de los procesos expuestos en este capítulo son manuales y no poseen ningún tipo de control computarizado, por lo que es preciso la implementación de una plataforma como la expuesta en esta tesis.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y MODELO ARQUITECTÓNICO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la estructura general de la plataforma GSD, donde se expone de manera general la arquitectura y alcance. Asimismo, se detallan cuáles son los objetivos generales dispuestos por el análisis realizado. También, el diseño de base de datos, como parte fundamental de la arquitectura, es presentado a lo largo del capítulo.

Por otro lado, entre los temas a tratar en el capítulo, están, los requisitos funcionales y no funcionales, necesarios en la plataforma para que pueda cumplir sus objetivos. Estos están detallados en base las historias de usuario que, también, son presentadas durante el transcurso del capítulo. Además, se define en forma de diagrama de casos de uso, las actividades que realizan los actores en la plataforma.

En ese sentido, debido al grado de complejidad de la plataforma, los módulos y elementos principales que le conforman, son expuestos por medio de varios diagramas de clases, donde cada uno representa una sesión específica dentro de la arquitectura general de la aplicación. A partir de estos diagramas, se definen los comportamientos técnicos y programáticos, así como las interacciones internas que lleva a cabo para cumplir con sus objetivos.

Finalmente se explica, de manera general, cuáles y cómo son los procedimientos de despliegue, documentación y las tecnologías necesarias para su desarrollo.

5.1 Alcance y arquitectura general de la plataforma

La plataforma Sinewave GSD o sus siglas en inglés, Gas Station Dashboard, busca la consolidación e integración de los procesos operativos de las envasadoras de GLP, de manera que, permita dar el correcto seguimiento y control centralizado, tanto de los procesos de carga y descarga del inventario, así como la gestión computarizada y automatizada de las actividades dentro y fuera de las estaciones de expendio.



*Figura 89. Logotipo de la plataforma web Sinewave GSD
Fuente: Propia*

Entre sus principales objetivos generales están:

1. Permitir la administración de forma centralizada de cada una de las estaciones
2. Mostrar la cantidad del inventario de cada tanque móvil y estacionario
3. Habilitar el control remoto de los dispensadores digitales
4. Permitir la gestión de cambio de precio de forma centralizada
5. Permitir la realización de cierres financieros tomando en cuenta la temperatura
6. Habilitar las compras y recepción de transferencia de camiones cisterna
7. Permitir la generación automática de casos y llevar su debido seguimiento
8. Permitir monitorear en tiempo real el estado de los dispensadores
9. Poder sincronizar todas las transacciones generadas de forma centralizada

- 10. Permitir al administrador generar reportes con información íntegra y precisa
- 11. Ser una plataforma de fácil acceso y multiplataforma

Para cumplir con dichos objetivos, es necesario que la plataforma cuente con un diseño y desarrollo cuya arquitectura tenga en cuenta factores como lejanía, conectividad, redundancia, robustez, confiabilidad, seguridad y velocidad.

5.1.1 Arquitectura general de la plataforma

El análisis preliminar partiendo de los objetivos específicos, permite la obtención parcial de una arquitectura basada en dos subsistemas: el GSD Gateway y el GSD Management, el cual funge como servidor central.

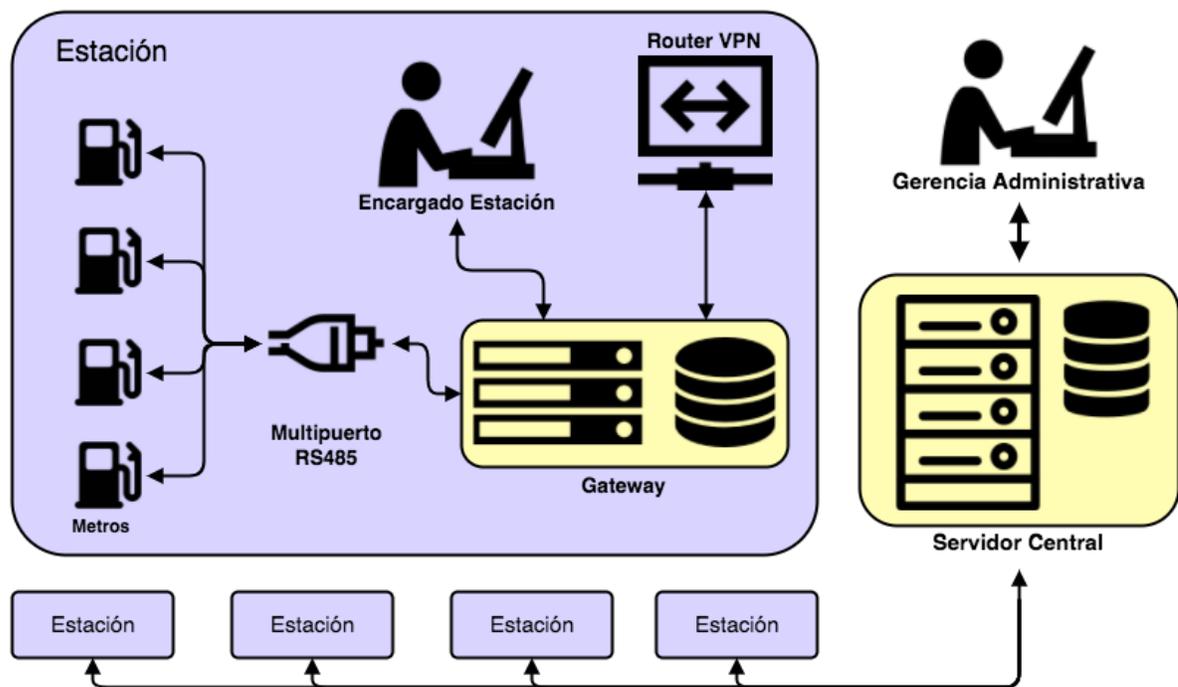


Figura 90. Arquitectura general de la plataforma GSD
Fuente: Propia

Como se observa en la *Figura 90*, la plataforma GSD está diseñada para tener un aplicativo instalado en cada una de las estaciones. Este aplicativo, llamado GSD

Gateway, funciona como un servicio web y a la vez como un cliente que permite la interoperabilidad automática con los dispositivos electrónicos. Luego, está el servidor central que finalmente integra todas las estaciones a través de conexiones por la red interna de la envasadora.

Uno de los objetivos principales en este tipo de arquitectura es, permitir la escalabilidad mientras se cuida la disponibilidad, es decir, cada vez que un cliente (la envasadora) requiera incorporar una nueva instancia (estación), es posible hacerlo sin necesidad de pasar por un proceso de gestión de cambios. Asimismo, esta arquitectura permite el diseño personalizado del despliegue, es decir, tanto el cliente como el instalador tienen la posibilidad de hacer diversas combinaciones en torno a la configuración de la plataforma dependiendo el ambiente, el escenario o situación.

Finalmente, parte de las ventajas que presenta esta arquitectura es la capacidad de distribución e independencia. En este caso, cada instancia instalada en las estaciones es independiente del servidor central, permitiendo al operador o gerente de la estación consumir sus servicios sin necesidad de tener conectividad. Además, este tipo de arquitectura distribuida, fomenta el balance de carga a la hora de acumular transacciones y ejecutar tareas operaciones de forma local, cumpliendo con uno de los requisitos no funcionales más demandados en todo sistema computacional; velocidad.

5.1.1.1 GSD Management

El GSD Management es la parte central de la plataforma que consiste en un servicio web especializado el cual se encuentra alojado en un servidor central en el dominio del cliente o envasadora. Este habilita un puerto HTTP que permite la interacción de los usuarios con un navegador web genérico. A su vez, este sincroniza de forma automática la información contenida en cada una de las instancias o estaciones remota siempre y cuando exista conectividad, como por ejemplo, las transacciones y eventos generados por los dispensadores, las transferencias, cierres financieros, entre otros.

De igual manera, la sincronización es de doble vía, es decir, las configuraciones, registros, referencias y demás datos que se gestionen en el GSD Management, son transferidos de forma automática a todas las estaciones. Esta característica permite una administración más fácil e íntegra donde la información es ingresada una sola vez y sincronizada n veces dependiendo la cantidad de estaciones suscritas.

Por otro lado, el GSD Management tiene la capacidad de permitir la gestión centralizada de precios por productos. De esta forma, el administrador puede realizar cambios de precios sin necesidad de acudir a las estaciones presencialmente.

Asimismo, desde este subsistema, el usuario tiene la capacidad de generar reportes generalizados, así como también, reportes específicos por estación. Adicional a eso, el GSD Management permite la interoperabilidad remota con los dispensadores electrónicos a través del GSD Gateway, el cual será expuesto a continuación.

5.1.1.2 GSD Gateway

El GSD Gateway, por otro lado, es el subsistema de la plataforma que reside en cada una de las estaciones registradas y licenciadas. Estas estaciones que disponen de la infraestructura tecnológica necesaria, poseen el GSD Gateway el cual funciona como un portal independiente para la realización de actividades y operaciones de forma local.

En ese sentido, el gerente de estación puede administrar localmente dicha estación desde su oficina, sin necesidad de que el GSD Gateway esté conectado al GSD Management. Este puede, recibir y realizar transferencias de inventario, registrar empleados, sincronizar información en demanda, substraer reportes de manera local, gestionar el proceso completo de cierre financiero, administrar sus propios usuarios y accesos, configurar los metros y tanques estacionarios, controlar los dispensadores digitales, monitorear en tiempo real los despachos, entre otros.

De todas formas, cabe destacar que, a pesar que el GSD Gateway puede funcionar desconectado (como una entidad independiente), esto no quiere decir que esa sea la naturaleza de la plataforma, es decir, esta característica es concebida para permitir la realización de las actividades tomando en cuenta que eventualmente deberá haber conectividad entre el GSD Gateway y el GSD Management para culminar el ciclo de sincronización de la plataforma.

5.1.2 Actores e historias de usuarios principales

En general, se espera que los procesos actualmente realizados por las envasadoras se lleven a cabo en el sistema de forma intuitiva por parte de los actores, provocando con esto el incremento en la productividad de cada una de las partes.

En ese sentido, muchos de los factores actuales que promueven el desorden y falta de precisión en las operaciones, serán apoyados en parte por la plataforma, la cual pretende automatizar cada uno de los procesos que involucren actividades administrativas y operacionales dentro del negocio. Dicho esto, es necesario aclarar que, es de vital importancia que los usuarios y actores utilicen y consuman los distintos módulos que provee la plataforma, así, los resultados obtenidos sean coherente con los objetivos generales del proyecto.

Entre los actores identificados que serán parte de la solución y deberán participar en los procesos que la plataforma da soporte, están:

5.1.2.1 Administrador general

El administrador general es el usuario cuyo acceso es absoluto, es decir, funciona tanto en el GSD Management como el GSD Gateway. Este tiene la capacidad de acceder a todas las funciones del sistema. Su rol principal es la de crear usuarios, roles y emitir accesos a cada uno de ellos. En ese sentido, es normal que solo existe un usuario con este nivel de autorización, dado el grado de riesgo y responsabilidad que presenta.

Historias de usuario del administrador general

- 1. Como administrador necesito poder crear nuevos usuarios y asignarle los roles necesarios para que cumplan con sus tareas y actividades.*
- 2. Como administrador necesito visualizar los reportes de transferencias, eventos, los casos gestionados, transferencias y cierres financieros.*

5.1.2.2 Encargado técnico y despliegue

Este rol tiene como responsabilidad mantener la configuración de cada una de las instancias GSD Gateway instaladas, es decir, lleva a cabo las tareas de inscribir, configurar y mantener el estado de conectividad de cada uno de los dispensadores para cada estación. Asimismo, el encargado técnico debe tener acceso a GSD Management con el objetivo de configurar el enlace para cada una de las instancias o estaciones inscritas, de tal manera que pueda asegurar la conectividad desde el dispensador, al GSD Gateway y desde el GSD Gateway hasta el GSD Management.

Historias de usuario del encargado técnico

- 1. Como encargado técnico y de despliegue necesito poder crear nuevas instancias en cada estación y enlazarlas con el servidor central.*
- 2. Como encargado técnico y de despliegue necesito poder instalar nuevos dispensadores y darle el correcto mantenimiento en términos de configuración.*

5.1.2.3 Administrador financiero

El administrador financiero es la persona con acceso a los diversos reportes presentados por el GSD Management, este tiene la facultad de acceder al módulo de reportes, filtrar información, exportar y analizar la información sincronizada desde todas las estaciones de servicio. De igual manera, este tiene acceso a cada una de las instancias presentes en la envasadora, con el objetivo de depurar cualquier información que aún no se haya sincronizado por alguna eventualidad.

Además, parte de las funciones del administrador financiero, es la de procurar que el precio indicado por el Ministerio de Industria y Comercio sea el correcto en cada uno de los dispensadores instalados en la plataforma. Para ello, dicho usuario tiene el acceso necesario al módulo que permite cambiar y fijar el precio de forma remota y centralizada.

Historias de usuario del administrador financiero

1. *Como administrador financiero necesito visualizar los diversos reportes que tienen que ver con las actividades financieras, como son, el listado de transacciones, las compras realizadas, los cierres financieros y las transferencias realizadas en cada estación.*
2. *Como administrador financiero necesito tener la capacidad de cambiar el precio de forma centralizada cada viernes.*

5.1.2.4 Gerente de estación

El gerente o encargado de estación es un tipo de usuario cuyas actividades son exclusivamente realizadas desde la misma estación, es decir, este no requiere

acceso al GSD Management. Entre las actividades permitidas esta la realización de cierres financieros, es decir, cada encargado de estación tiene la facultad de poder interactuar con los dispensadores para poder obtener los contadores y poder generar el cierre.

En ese sentido, el cierre financiero a realizar, depende también de las transferencias y las lecturas obtenidas de los tanques estacionarios, por lo que además de generar el cuadro de turno, el gerente de estación tiene el acceso al módulo que le permite gestionar las recepciones de las transferencias y compras.

Finalmente, este tipo de usuario, también, tiene la posibilidad de monitorear en tiempo real los despachos que se realizan en la estación en que se encuentra, así como también, controlar los dispensadores a su cargo remotamente.

Historias de usuario del gerente o encargado de estación

- 1. Como gerente de estación necesito tener la capacidad de realizar mi cuadro de turno y los cierres diarios de mi estación.*
- 2. Como gerente de estación necesito tener la habilidad de recibir los camiones cisternas e ingresar en el sistema las transferencias de inventario que se realizan a diario.*
- 3. Como gerente de estación necesito poder visualizar en tiempo real los movimientos realizados en la estación, sin necesidad de ir al lugar físicamente.*

5.1.2.5 Encargado de monitoreo y reglas

El encargado de monitoreo y reglas es el usuario que tiene como tarea gestionar y configurar tanto el módulo de monitoreo y sus bloques, así como también, las reglas y sus respectivas acciones que el GSD Management dispone para poder llevar a cabo la ejecución de dichas acciones de forma automatizada.

Asimismo, las acciones que se asignan a una regla, son responsabilidad del encargado de monitoreo. De esta forma, dependiendo el tipo de regla registrada, el GSD Management puede de forma automática ejecutar las acciones indicadas, como generar un caso, alertar un monitor o simplemente enviar un correo electrónico.

Finalmente, este usuario tiene la facultad de gestionar y diseñar las pantallas de monitoreo, es decir, el visor que en sí contiene un conjunto de bloques los cuales representan los dispensadores requeridos sin importar la estación.

Historias de usuario del encargado de monitoreo

- 1. Como operador de monitoreo necesito poder indicarle a la plataforma cuales son los criterios por el cual debe, de forma automática, generar casos para que un personal autorizado le dé seguimiento.*
- 2. Como operador de monitoreo necesito tener la capacidad de diseñar visores o pantallas que permitan a un personal o brigada técnica velar por el correcto funcionamiento de los dispensadores en general.*

5.1.2.6 Operador de monitoreo y casos

El operador de monitoreo y casos tiene la facultad de dar seguimiento a los casos generados a partir de las reglas, las cuales son fijadas en el GSD Management por el encargado de monitoreo y reglas. En ese sentido, entre sus funciones operativas y responsabilidades, está la resolución de los casos y situaciones emergentes expuestas por la plataforma.

Por otro lado, este usuario tendrá acceso directo a los visores de monitoreo, el cual le permite la visualización en tiempo real de los estados y eventos que presentan cada dispensador o bloque configurado por el encargado de monitoreo.

Historias de usuario del operador de monitoreo

3. *Como operador de monitoreo y casos necesito poder ver el listado de casos generados por el sistema, dar seguimiento a cada uno de ellos de forma individual y tener la capacidad de cerrarlos haciendo anotaciones durante todo el proceso de gestión.*
4. *Como operador de monitoreo necesito tener acceso a una pantalla que me presente le estado de cada dispensador en tiempo real, para de esa forma, procurar proactivamente el correcto funcionamiento de los dispensadores.*

5.2 Análisis de requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales expuestos en esta sección se presentan indicando a cuáles de los subsistemas de la plataforma GSD aplican. Esto se debe a que cada subsistema, tanto el GSD Gateway, como el GSD Management, pueden compartir varios de los requerimientos, así como tener funcionalidades exclusivas de cada

uno. En ese sentido, a pesar del parentesco que tienen cada subsistema, ambos son entidades independientes ya que cada uno tiene su función específica dentro de la plataforma.

A continuación, se presenta en esta sección, el listado de los requisitos funcionales con sus respectivos casos de uso, para de esa manera, tener un panorama detallado a la hora de diseñar la plataforma GSD.

5.2.1 Gestión y configuración de la plataforma

Este requerimiento engloba las características que tienen que ver con la puesta en marcha de la plataforma, es decir, la configuración inicial que consiste en indicar cuales son los puertos o transceptores conectados el GSD Gateway, el mapeo de las direcciones MODUBS de cada dispensador y también la gestión de usuario y roles.

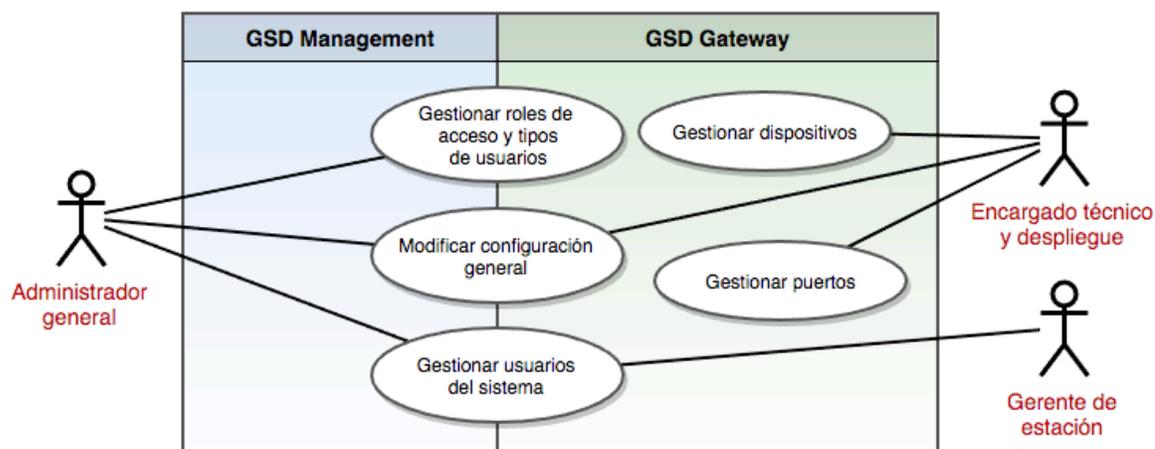


Figura 91. Diagrama de caso de uso para la gestión y configuración de la plataforma
Fuente: Propia

Entre las diversas funcionalidades que pretende resolver este requerimiento están la administración de los tipos de usuarios y accesos. El usuario administrador, bajo esta categoría, tiene la capacidad de agregar, eliminar y editar usuarios, así como sus roles y permisos.

Por otro lado, el encargado técnico es el individuo cuya función es la de configurar los distintos transceptores, colocando los parámetros necesarios para habilitar la comunicación en serie con los dispensadores. De igual manera, este debe poder administrar cada uno de los dispositivos asignado una dirección MODBUS y finalmente relacionarlos a al puerto que le corresponda.

5.2.2 Gestión administrativa

Los requerimientos que tienen que ver con la gestión administrativa se enfocan en el mantenimiento de información vital para el correcto funcionamiento de la plataforma. La mayoría de entidades relacionadas con la plataforma son gestionadas a través de los casos de usos agrupados bajo este requerimiento.

Los requerimientos dados en esta sesión cumplen con los casos de usos necesarios para llevar acabo las actividades administrativas. Estas actividades son gestionadas por diversos actores, entre ellos, el gerente de estación, el encargado técnico, el personal de monitoreo y los administradores.

Cabe destacar que los casos de uso en este requerimiento son aplicados en ambos subsistemas, tanto el GSD Gateway como el GSD Management.

Entre las actividades que la plataforma GSD debe permitir a dichos actores está la de poder agregar, editar y eliminar entidades tales como: vehículos, tipos de productos, la tabla de referencia, empleados y operadores.

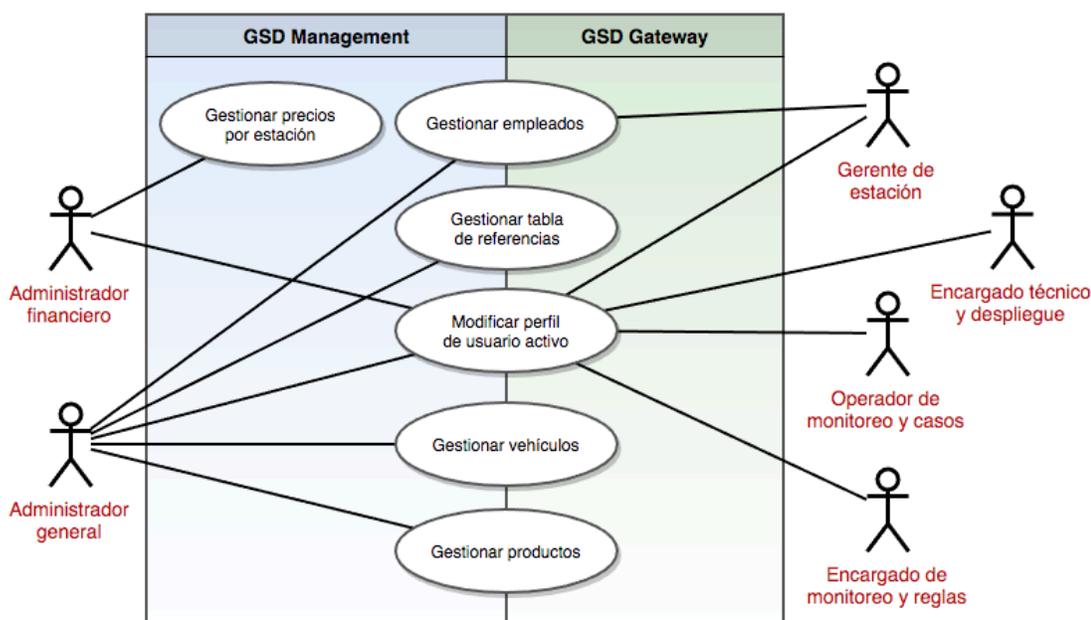


Figura 92. Diagrama de caso de uso para la gestión administrativa de la plataforma
Fuente: Propia

Por otro lado, uno de los casos de uso, sí es exclusivo del GSD Management y este consiste en permitir al administrador financiero cambiar el precio de forma centralizada.

5.2.3 Gestión operativa

La gestión operativa trata de cubrir los requerimientos cuya funcionalidad tiene como fin administrar las actividades operativas y de monitoreo de la plataforma. Entre ellas esta, la sincronización de entidades claves en la plataforma y la gestión de los módulos que tienen que ver con el monitoreo.

En este requerimiento, los casos de uso guardan relación con las actividades operativas son ejecutados por el personal de monitoreo y técnico. Estas actividades se basan en dar seguimiento de forma remota a los casos generados por la plataforma y procurar el correcto funcionamiento de los dispensadores de manera ordenada.

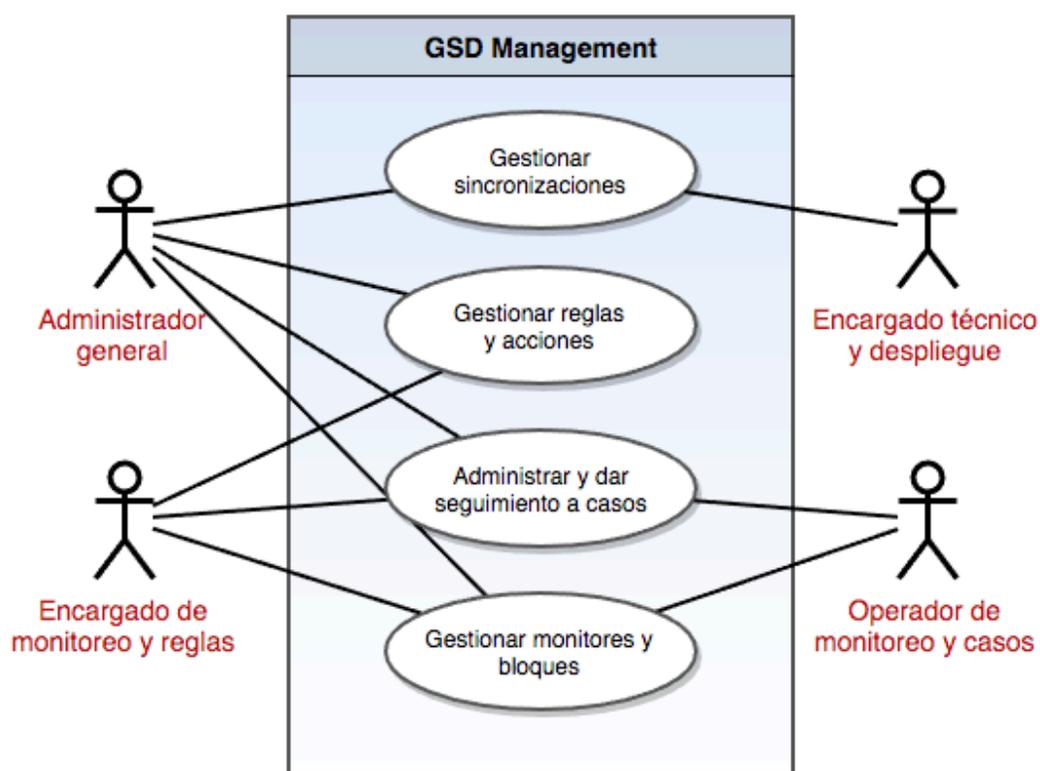


Figura 93. Diagrama de caso de uso para la gestión operativa de la plataforma
Fuente: Propia

En ese sentido, el encargado técnico tiene acceso al módulo de sincronización, con el objetivo de monitorear el correcto funcionamiento de los procesos de comunicación entre el GSD Gateway y GSD Management.

5.2.4 Gestión de cierre financiero

La gestión de cierre financiero es el requerimiento que procura que en la estación se lleve a cabo las actividades que tienen que ver con el cuadro de turno y el cierre diario de estación. Estas actividades son realizadas de forma local en la estación diariamente, y por lo general, es realizada por el gerente o encargado.

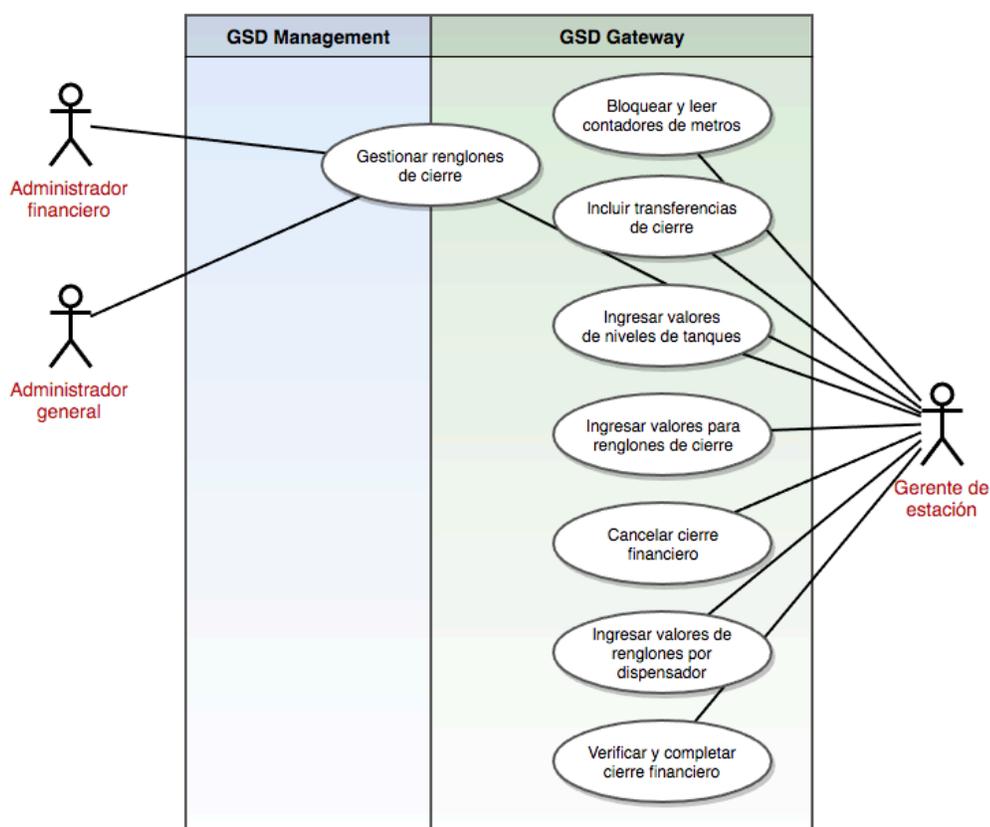


Figura 94. Diagrama de caso de uso para la gestión de cierres financieros
Fuente: Propia

En ese sentido, entre las actividades que el encargado de la estación debe realizar diariamente están: la recepción de los camiones cisterna con el inventario de reabastecimiento, llevar a cabo los cierres financieros, ingresar los valores correspondientes a los renglones, entre otros.

5.2.5 Administración de planta y estaciones

Este requerimiento procura que se puedan administrar las estaciones, de forma tal que el usuario tenga la capacidad de diseñar la planta, incluir los dispensadores instalados, controlar de forma remota los dispensadores, entre otras actividades.

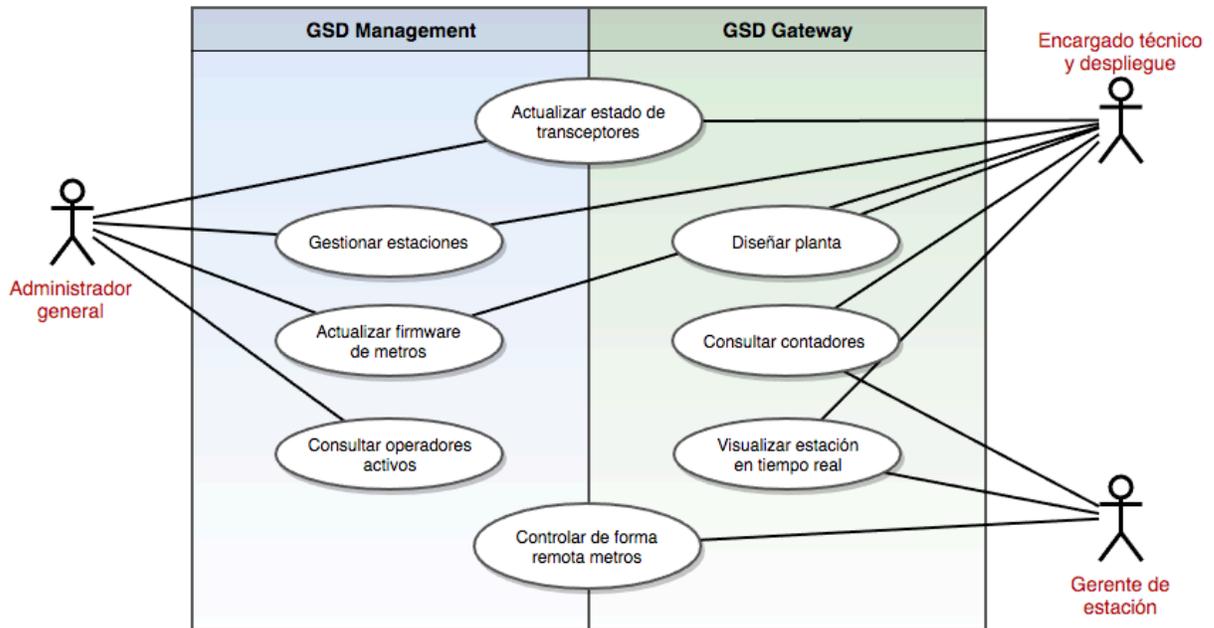


Figura 95. Diagrama de caso de uso para la administración de planta y estaciones
Fuente: Propia

5.2.6 Administración de tanques de almacenamiento

En la administración de tanques de almacenamiento, se han agrupado todos los casos de uso que tienen que ver con la administración y gestión de los tanques, tanto los móviles como los estacionarios. Parte de los casos de uso de este requerimiento son realizables tanto desde GSD Management como desde GSD Gateway, debido a que la plataforma permite la homogeneidad de la información y configuración entre los dos subsistemas.

Los tanques de almacenamiento pueden ser móviles o estacionarios. Estos son administrados normalmente por el encargado técnico, ya que las entradas son realizadas una sola vez durante el despliegue.

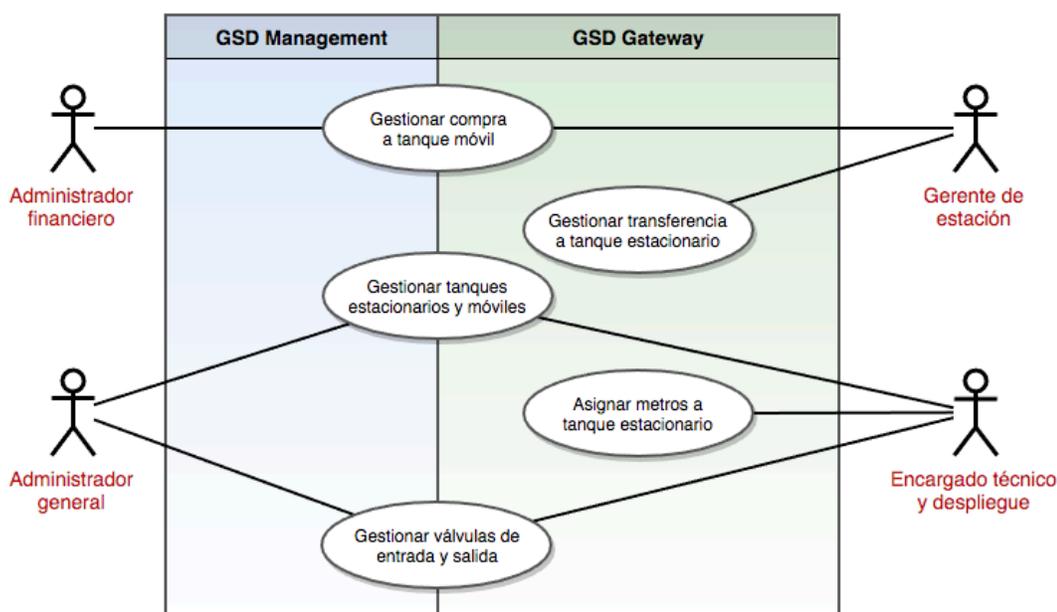


Figura 96. Diagrama de caso de uso para la administración de tanques de almacenamiento
Fuente: Propia

No obstante, es posible que se requiere el ingreso de nuevos camiones cisternas, los cuales utilizan tanques móviles. En este caso, lo recomendable es que el administrador general se encargue de dicha tarea.

5.2.7 Generación de reportes

El conjunto de reportes establecidos para la plataforma está definido bajo este requerimiento, el cual cubre los casos de usos más destacados en torno a las necesidades provenientes de los usuarios del ámbito gerencial. Estos reportes están especialmente pensados con el objetivo de cumplir con la demanda de información de varios de los actores.

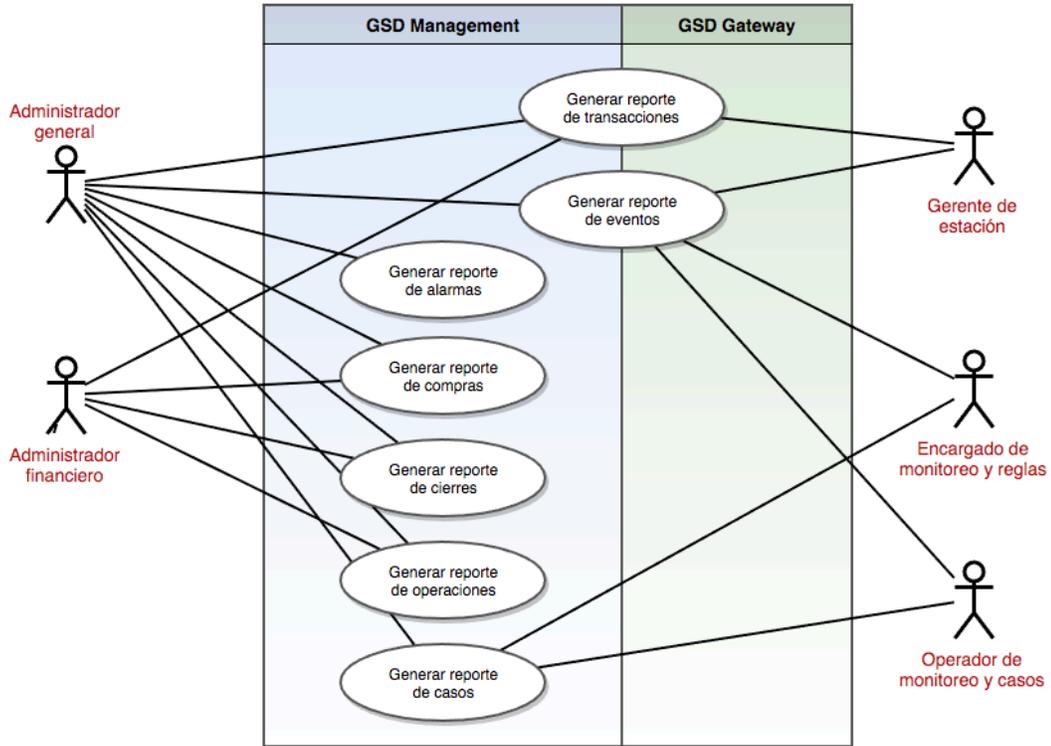


Figura 97. Diagrama de caso de uso para la generación de reportes
Fuente: Propia

5.2.8 Administración de licencias y actualizaciones

Este último requerimiento cubre los casos de usos necesarios para llevar a cabo las actualizaciones de la plataforma de forma remota, así como también, los procedimientos necesarios que procuran tener el licenciamiento al día.

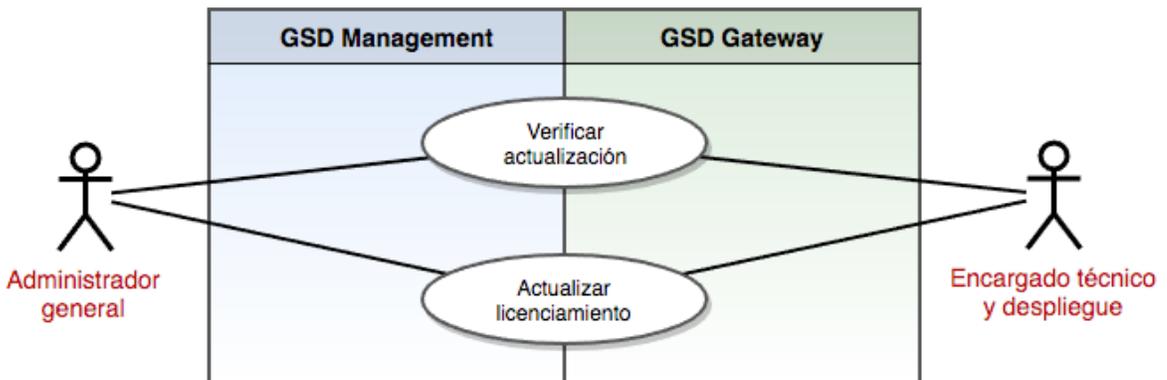


Figura 98. Diagrama de caso de uso para la administración de licencias y actualizaciones
Fuente: Propia

5.3 Requisitos no funcionales

Los requerimientos no funcionales son aquellas características necesarias que se exponen de manera general sin hacer referencia o tomar en cuenta aspectos específicos de la aplicación.

Estos por lo general se presentan como un complemento a los requerimientos funcionales, con el objetivo de procurar la mayor calidad durante el diseño y desarrollo.

Entre los requerimientos no funcionales especificados para la plataforma GSD están:

5.3.1 Requerimientos de seguridad

- La plataforma debe encriptar todas las contraseñas a nivel de base de datos
- Las sesiones de usuarios deberán ser reconfirmadas cada dos horas, sin importar el nivel de actividad.
- Los permisos de acceso solo podrán ser modificados por el administrador general.
- Todas las bases de datos deberán ser respaldadas cada 24 horas.
- Todas las comunicaciones de bajo nivel deberán ser encriptadas utilizando el algoritmo AES256.
- Las sesiones de usuarios deberán ser reconfirmadas luego de 10 minutos de inactividad.
- La comunicación entre los nodos deberá ser bajo la capa de seguridad SSL.

5.3.2 Requerimientos de usabilidad

- La apariencia de la aplicación debe promover la homogeneidad y armonía en el uso de colores e imágenes.
- La plataforma debe proporcionar mensajes de errores descriptivos, informativos y entendibles.
- La interfaz gráfica con la que el usuario final interactúa debe ser intuitiva, de manera que, sin un manual de uso, el usuario identifique rápidamente los componentes y las secciones del sistema.
- La presentación visual debe disponer de colores agradables a la vista para que el usuario pueda trabajar durante más de 2 horas seguidas sin tener mayores inconvenientes.
- La interface de usuario debe garantizar la compatibilidad con los navegadores más comunes (Google Chrome, Firefox, Explorer).
- La interface de usuario debe permitir la escalabilidad en términos técnicos, sin que esta pierda de vista la homogeneidad ni la armonía.
- La plataforma debe contar con un manual de ayuda digital.

5.3.3 Requerimientos de desempeño y disponibilidad

- El sistema deberá mantenerse disponible durante las 24h del día.
- Este no debe perder ninguna transacción proveniente de los dispensadores.
- El GSD Gateway debe comunicarse con un dispensador a no más de 800ms de latencia.
- La respuesta de enlace entre el GSD Management y el GSD Gateway debe ser no más de 2,500ms de latencia.

- La velocidad de respuesta desde una terminal o navegador a uno de los servidores, de manera local, no deberá sobrepasar los 500ms por petición.
- Los reportes deben estar limitados a 5000 resultados por llamada.

5.3.4 Requisitos de hardware

La plataforma GSD requiere dos tipos de servidores de manera individual. En algunos casos el servidor de bases de datos es independizado en un equipo adicional. En este caso, dicho servidor de datos comparte los mismos requisitos técnicos que el servidor principal (GSD Management), cuyas características se exponen a continuación:

5.3.4.1 Servidor central y datos - GSD Management

Característica	Valor Mínimo
Memoria RAM	8 GB
Almacenamiento	2 TB
Procesamiento	Intel® Quad Core 2.0 GHz x 4
Sistema Operativo	Microsoft Windows 7 SP1
Rango Temperatura	15°C y máxima de 40°C
Pantalla	1024 x 768
Velocidad de Conexión	2MB Simétrico

*Tabla 8. Requerimientos para servidor central (GSD Management)
Fuente: Propia*

5.3.4.2 Servidor de estación - GSD Gateway

Característica	Valor Mínimo
Memoria RAM	4 GB
Almacenamiento	2 TB
Procesamiento	Intel® Due Core 1.8 GHz x 2
Sistema Operativo	Microsoft Windows 7 SP1
Rango Temperatura	15°C y máxima de 40°C
Pantalla	1024 x 768
Velocidad de Conexión	10MB Simétrico

*Tabla 9. Requerimientos para servidor de estación (GSD Gateway)
Fuente: Propia*

5.3.5 Requerimientos de ambiente

Según las evaluaciones realizadas en las distintas estaciones de dispensio de GLP, el servidor dedicado al GSD Gateway debe encontrarse preferiblemente en un gabinete o rack bajo con una tolerancia de temperatura entre 15°C y máxima de 40°C.

5.3.6 Restricciones que aplican

- La plataforma GSD no está diseñada para aquellos sistemas operativos fuera de Microsoft.
- Esta requiere una red interna cuya velocidad sea al menos 2.0Mbps simétrico.
- Las estaciones de servicio deberán disponer de energía constante para mantener el GSD Gateway activo todo el tiempo.
- La recepción de las notificaciones y transacciones tendrán un lapso de sincronización que dependerá de la configuración, velocidad de transferencia y cantidad de dispensadores conectados.
- Las líneas de comunicación en serie deberán permanecer conectadas, y en caso de desconectarse, están deberán ser reconfiguradas.
- GSD Gateway no es una plataforma funcional en un dispositivo móvil.
- Se recomienda el uso de Google Chrome como navegador principal

5.4 Diseño y elementos principales de la plataforma

5.4.1 Estructura de base de datos

El diseño de la base de datos utilizado por la plataforma GSD está basado en un modelo relacional, cuya estructura esta optimizada para la escalabilidad y rapidez. En ese sentido, el esquema contiene, tanto las tablas dedicadas a manejar la metadata, como aquellas tablas de uso transaccional.

Como se puede observar en la *Figura 99*, existen más de 35 tablas, entre ellas, un grupo dedicada exclusivamente a relacionar entidades.

En ese sentido, esta base de datos fue diseñada utilizando la metodología de Entity Framework, *Database First* (base de datos primero), la cual no es realizada de forma manual tomando en cuenta el diseño orientado a objetos provisto por las clases.

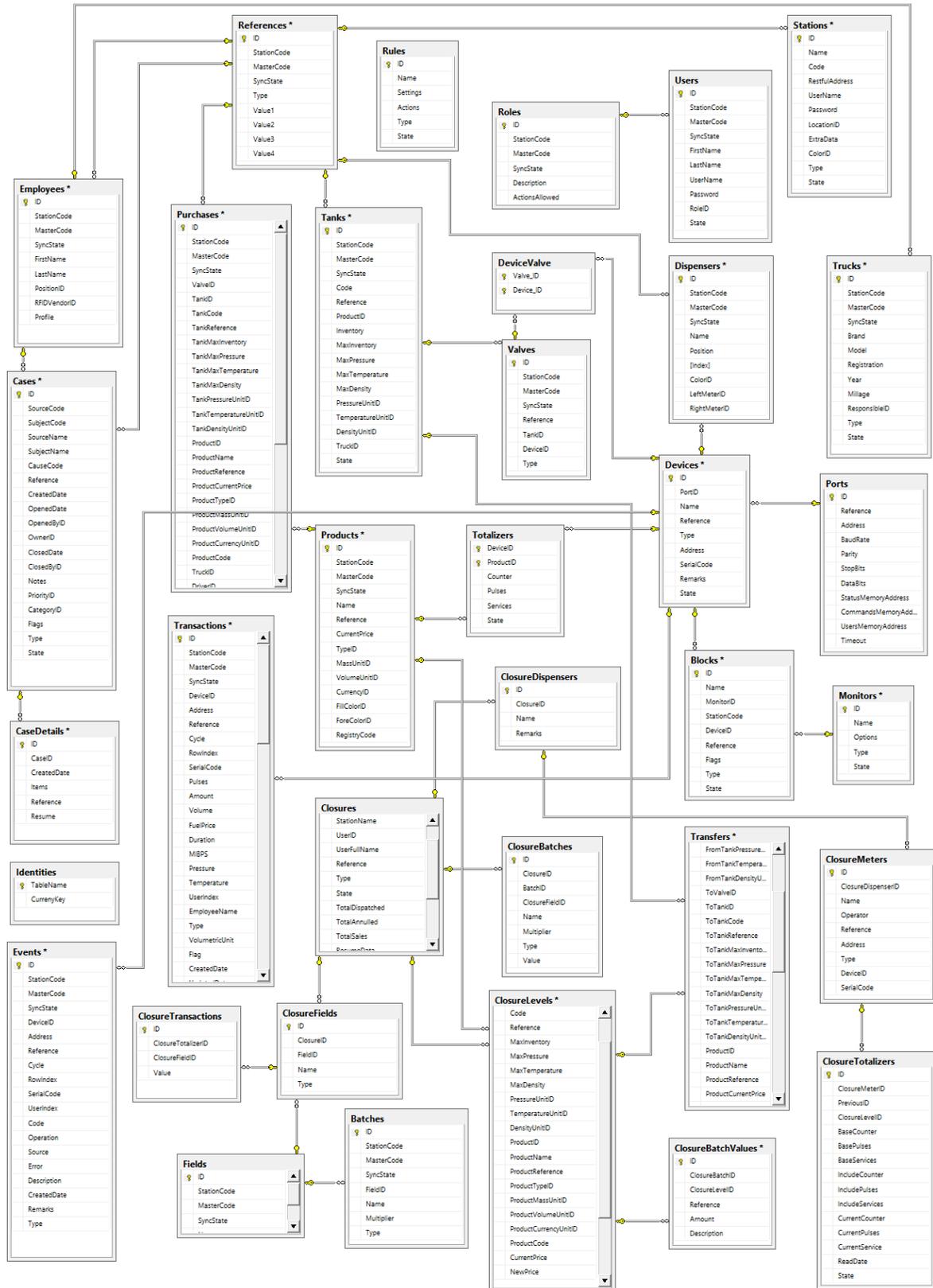


Figura 99. Estructura de la base de datos de la plataforma GSD
Fuente: Propia

5.4.2 Servicio GSD Web

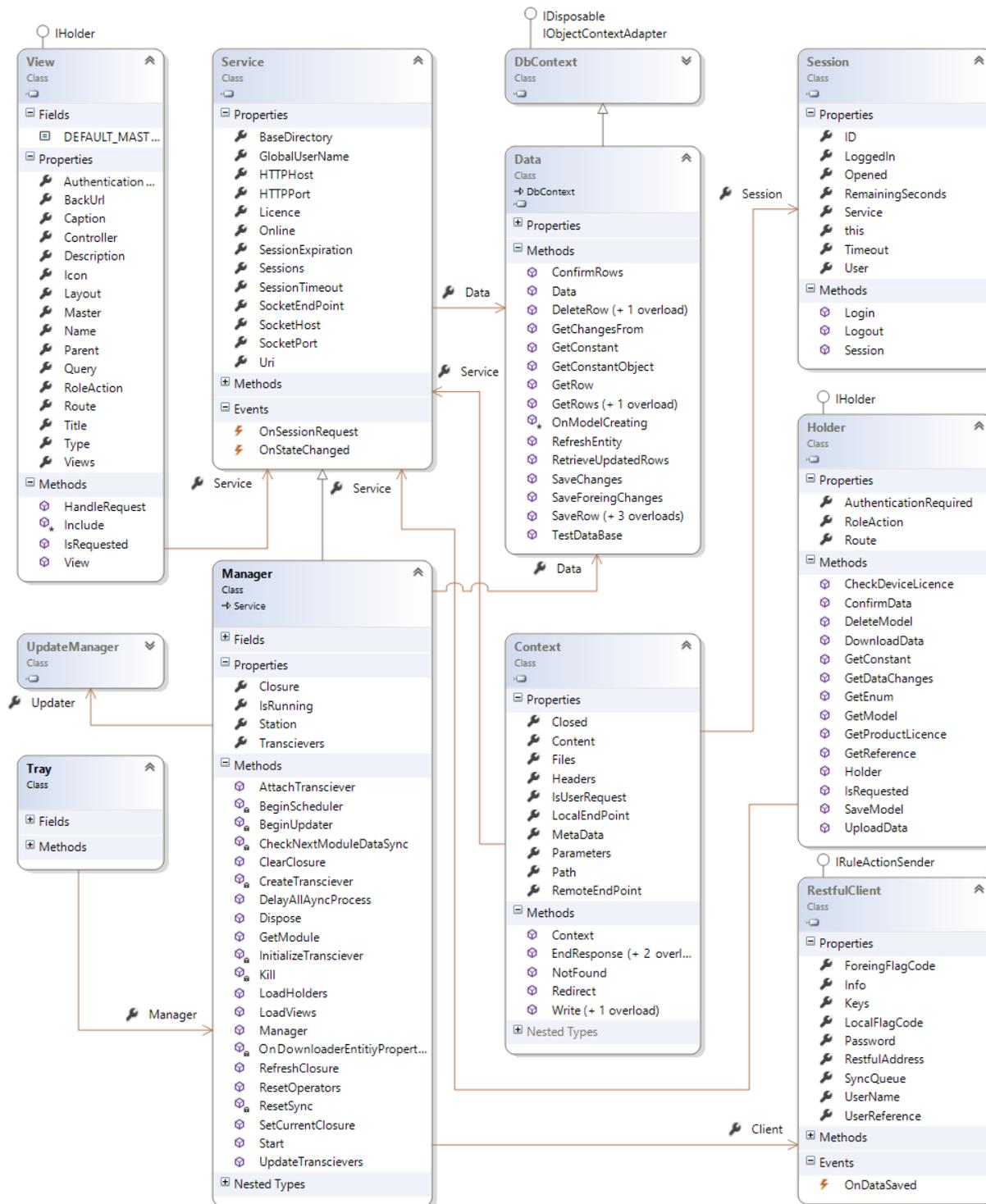


Figura 100. Diagrama de clases que engloba los métodos y entidades del servicio web GSD Gateway y GSD Management
Fuente: Propia

Tanto GSD Gateway como GSD Management comparten el mismo código encargado del servicio que, a través del protocolo http y el puerto 80, presenta la interface web. Asimismo, la arquitectura interna de este servicio, utiliza exactamente los componentes y librerías que consume el popular servidor IIS de Microsoft.

Cabe destacar que, debido a que los subsistemas son nodos interconectados cuya comunicación es de doble vía, el servicio web de GSD también tiene la funcionalidad de cliente, donde de manera interna consume los servicios del subsistema contraparte vía protocolo http. Las peticiones realizadas por lo general son basadas en el esquema json, el cual permite mayor flexibilidad y rapidez.

Asimismo, este servicio tiene como tarea detectar los cambios en la red por parte del sistema operativo e inmediatamente adaptar y reiniciar las instancias, es decir, en caso que cambie un IP o el dominio de red del servidor físico, el servicio web de GSD reiniciara en base a la nueva configuración.

También, otra de las tareas que hace el servicio web GSD, es procurar la entrega, tanto de las imágenes y plantillas HTML, como los controladores angularjs y librerías javascript para que sean ejecutados desde el navegador. En se sentido, la arquitectura presente desde el punto de vista de la interface, es la de MVC (Model View Controller), la cual es un patrón de diseño que divide la aplicación en tres capas separadas, la del modelo, la de la vista y los controladores; cada una con una función específica.

Por otro lado, este servicio es el ejecutable o instancia principal donde todas las partes de la plataforma conviven, brindando soporte en aspectos como las peticiones entre el GSD Gateway y GSD Management, acceso a datos y comunicación serial.

5.4.3 Manejo de entidades y sincronización

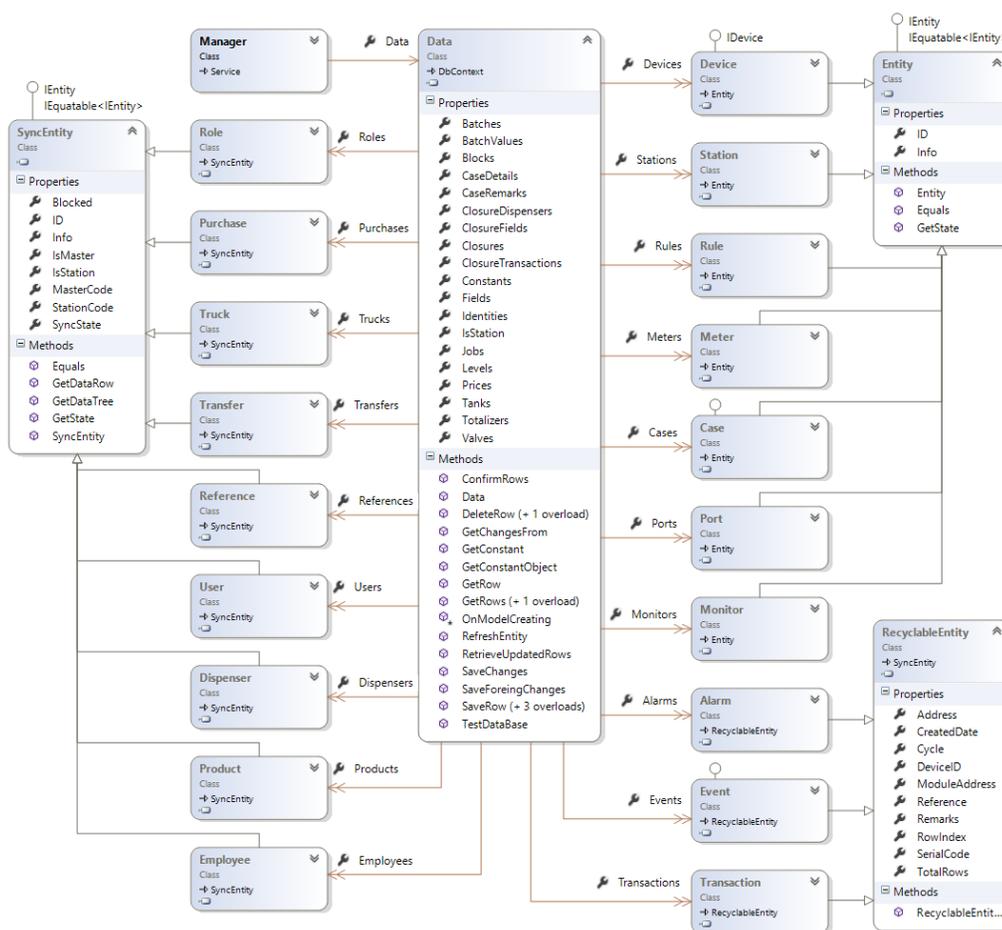


Figura 101. Diagrama de clases de las entidades encargadas de brindar acceso a datos
Fuente: Propia

Uno de los pilares que tiene la plataforma GSD en el contexto arquitectónico, es la capacidad de acceso a datos desde cualquier punto de la aplicación o código. Esta habilidad, permite realizar cambios más rápidos, mientras que permite una mayor escalabilidad.

Como se muestra en la *Figura 101*, existe una clase llamada Data la cual suministra las funciones necesarias para interactuar con todas las entidades presentes en la base de datos. Esta es capaz de llevar una correcta numeración de identificación por cada registro de cada tabla de la base de datos. Asimismo, esta procura que la información sincronizada no colisione en la base de datos central, es decir, que todos los registros de todas las estaciones de GLP puedan convivir dentro de la misma tabla central.

5.4.4 Interoperabilidad MODBUS con dispensadores

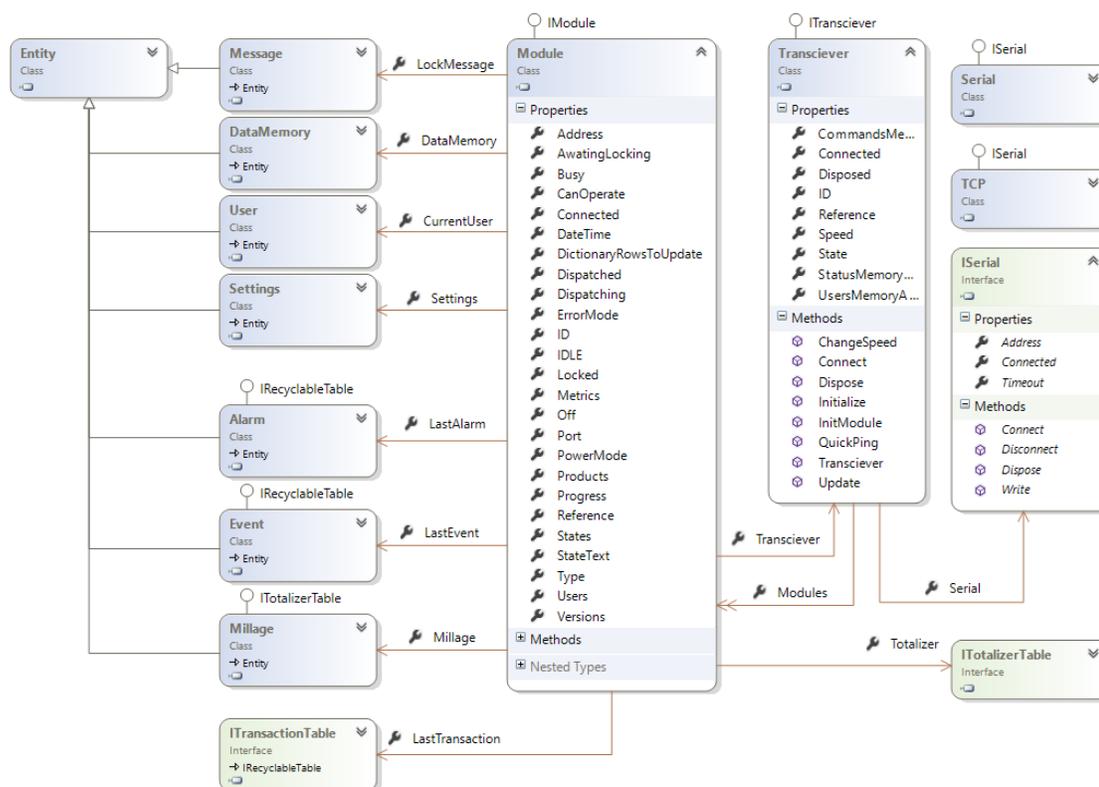


Figura 102. Diagrama de clases de la parte de interoperabilidad y comunicación serial Fuente: Propia

La interoperabilidad electrónica que hace la plataforma GSD con los dispensadores, es exclusivamente realizada por el GSD Gateway. Este tiene las funciones y

métodos necesarios con los cuales se comunica a través del transceptor serie instalado en el mini servidor de la estación.

Como se puede observar en la *Figura 102*, la arquitectura consiste en una clase llamada Transciever, la cual es instanciada por cada transceptor instalado físicamente en el servidor. Esta clase contiene una colección de instancias de la clase Module, la cual es la que traduce las llamadas, funciones y parámetros internos al modelo MODBUS. También, dicha clase tiene todos los métodos necesarios para controlar el dispensador, como, apagarlo, encenderlo, actualizar su fecha, leer el estado, leer el contador, sustraer transacciones, entre otros.

Cabe destacar que la clase Transciever tiene una propiedad llamada Serial, la cual es una interface implementada básicamente por dos clases: TCP, y Serial. Estas clases están diseñadas para que la clase Transciever pueda comunicarse, tanto a través de transceptores TCP, como transceptores USB seriales RS485.

```
6 references
public static byte[] GetHoldingRegistersRequest(byte deviceAddress, ushort memoryAddress, byte count) {
    var request = new byte[8];
    request[0] = deviceAddress;
    request[1] = 0x03;
    request[2] = (byte)(memoryAddress & 0xFF);
    request[3] = (byte)((memoryAddress >> 8) & 0xFF);
    request[4] = 0x00;
    request[5] = count;

    var CRC = GetCRC(request);

    request[6] = CRC[0];
    request[7] = CRC[1];
    return request;
}
```

Figura 103. Método que genera trama con la función MODBUS para leer múltiples registros
Fuente: Propia

También, como se muestra en la *Figura 103* y *Figura 104*, los comandos MODBUS son internamente procesados principalmente por estos dos métodos.

Cada uno acepta como parámetro la dirección MODBUS del dispensador y los argumentos necesarios para consumir los servicios del dispensador.

```
2 references
public static byte[] SetMultiHoldingRegistersRequest(byte deviceAddress, ushort memoryAddress, byte[] data) {
    var request = new List<byte> {
        deviceAddress,
        (byte)0x10,
        (byte)(memoryAddress & 0xFF),
        (byte)((memoryAddress >> 8) & 0xFF)
    };

    var registerCount = (ushort)data.Length;
    registerCount = (ushort)(registerCount >> 1);

    request.Add((byte)((registerCount >> 8) & 0xFF));
    request.Add((byte)(registerCount & 0xFF));
    request.Add((byte)(data.Length));
    request.AddRange(data);
    request.Add(0);
    request.Add(0);

    byte[] CRC = GetCRC(request.ToArray());

    request[request.Count - 2] = CRC[0];
    request[request.Count - 1] = CRC[1];

    return request.ToArray();
}
```

Figura 104. Método que genera trama con la función MODBUS para escribir múltiples registros
Fuente: Propia

De igual manera, en vista que las especificaciones MODBUS requieren que al final de cada trama se coloque un CRC, como se muestra en Figura 105, las librerías de GSD Gateway contienen una función capaz de generala.

```
9 references
public static byte[] GetCRC(byte[] data) {
    ushort CRCFull = 0xFFFF;
    for (var i = 0; i < data.Length - 2; i++) {
        CRCFull = (ushort)(CRCFull ^ data[i]);
        for (var j = 0; j < 8; j++) {
            var CRCLSB = (char)(CRCFull & 0x0001);
            CRCFull = (ushort)((CRCFull >> 1) & 0x7FFF);

            if (CRCLSB == 1) {
                CRCFull = (ushort)(CRCFull ^ 0xA001);
            }
        }
    }
    var CRC = new byte[2];
    CRC[0] = (byte)(CRCFull & 0xFF);
    CRC[1] = (byte)((CRCFull >> 8) & 0xFF);
    return CRC;
}
```

Figura 105. Método que genera el CRC de una trama MODBUS
Fuente: Propia

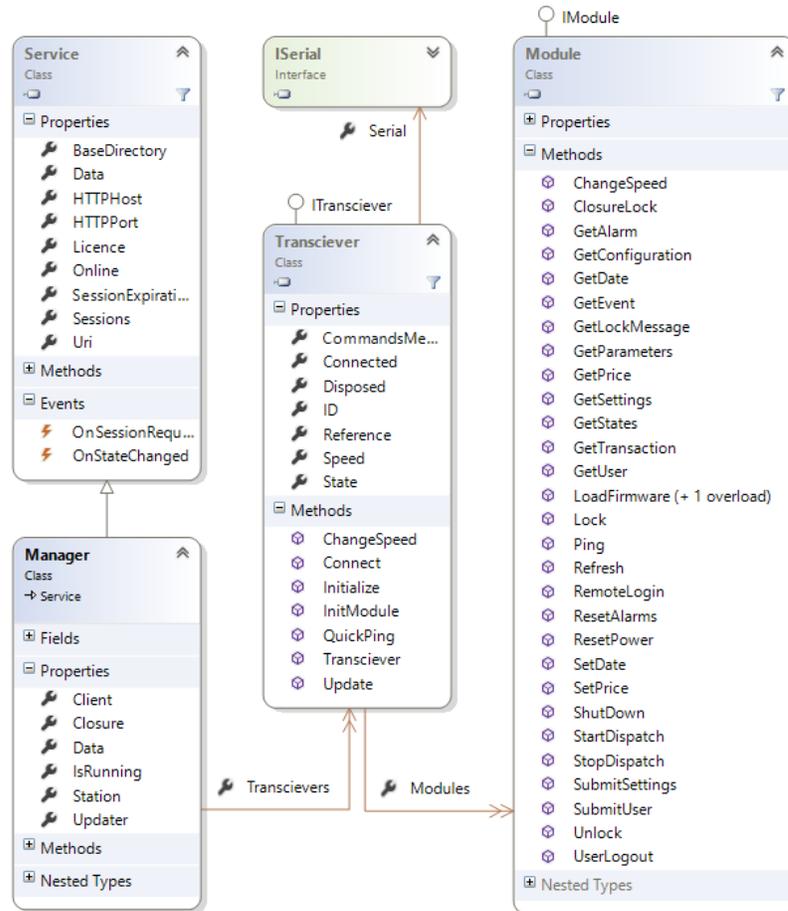


Figura 106. Diagrama de clases desglosando los métodos de interoperabilidad y servicio web
Fuente: Propia

Finalmente, como se muestra en la *Figura 106*, todos estos métodos insertados en el GSD Gateway, son puestos a disposición del GSD Management a través del API interno de la plataforma. Por tal razón, GSD Management tiene la posibilidad de interactuar remotamente con los dispensadores sin necesidad de comunicarse directamente con estos.

5.4.5 Monitoreo, reglas y gestión de casos

Una de las características principales de la plataforma GSD, es la capacidad de permitir al usuario monitorear en tiempo real el estado de los dispensadores, así como los despachos y eventos que producen.

De esa misma forma, por medio de un set de parámetros y reglas, la plataforma es capaz de ejecutar ciertas acciones que permiten al usuario gestionar de forma más efectiva la envasadora.

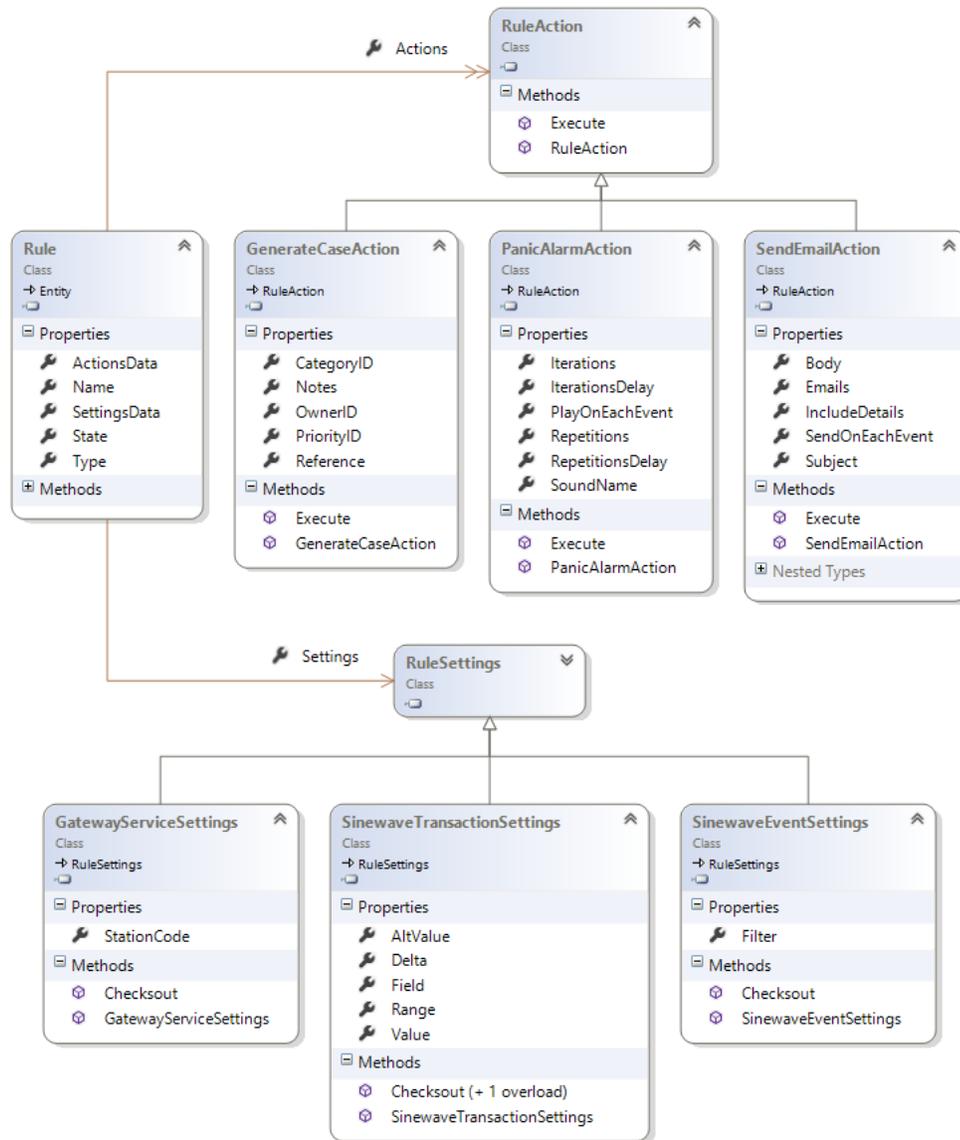


Figura 107. Diagrama de clases del módulo de reglas y acciones
Fuente: Propia

Tal como se muestra en la *Figura 107*, la arquitectura permite escalar el tipo de acción que el GSD Management puede ejecutar. Por el momento, existen 3 acciones básicas:

1. Generar caso: donde el usuario puede manejar de forma ordenada y automática casos automáticamente generados por el GSD Management. Dichos casos permiten al usuario dar seguimiento a las resoluciones que ameritan los distintos eventos o problemas que ocurren en la estación. Asimismo, cada problema representado por un caso, dependerá exclusivamente del tipo de regla configurada en la plataforma.
2. Envío de correo: donde cualquier persona con un correo electrónico podrá recibir notificaciones derivadas de las reglas pautadas.
3. Alarma de pánico, donde a través del módulo visual de monitoreo, es posible generar un sonido en particular dependiendo el caso. El objetivo de esta acción es alertar de forma activa al operador por medio de un altavoz. Los sonidos pueden ser configurados a medida.

5.4.6 Corrección de inventario con tabla de densidades

Tradicionalmente, el GLP se comercializa en unidades volumétricas, donde hay una equivalencia entre el volumen y la masa. Esto significa que el volumen está sujeto a variación debido al cambio térmico, independientemente de la masa. En ese sentido, todas las compras que hace una envasadora con el objetivo de reabastecer sus estaciones de servicio, se basan en una temperatura estándar de 60°F, por lo que es necesario medir la temperatura al momento de recepción y corregir el volumen de 60°F al equivalente de la temperatura ambiente.

La característica que hace de esta plataforma única, es la capacidad de cuidar el inventario de la envasadora por medio una técnica que considera lo antes dicho. Esta habilidad, hace de GSD, una plataforma única en el mercado.

5.4.6.1 Tabla de densidades estandarizada

En el contexto técnico y arquitectónico, los módulos que tienen que ver con las actividades de recepción de inventario y cierre financieros, incluyen un algoritmo capaz de calcular el volumen corregido tomando la temperatura observada, es decir, la temperatura ambiente medida en ese instante, como referencia.

En ese sentido, varios de los procesos en las envasadoras de GLP que tienen que ver con la manipulación de inventario, no toman en cuenta dicha expansión, por lo que la plataforma hace uso de un algoritmo capaz de generar los valores indicados en la *Figura 108*.

Table 53
Density Reduction to 15°C **0,555–0,595**

25–50°C

Observed Temperature, °C	Observed Density								
	0,555	0,560	0,565	0,570	0,575	0,580	0,585	0,590	0,595
	Corresponding Density 15°C								
25,0	0,567	0,572	0,577	0,582	0,587	0,592	0,596	0,601	0,605
25,5	0,568	0,573	0,578	0,583	0,588	0,593	0,597	0,602	0,606
26,0	0,568	0,573	0,578	0,583	0,588	0,593	0,597	0,602	0,606
26,5	0,569	0,574	0,579	0,584	0,589	0,594	0,598	0,603	0,607
27,0	0,569	0,574	0,579	0,584	0,589	0,594	0,598	0,603	0,607
27,5	0,570	0,575	0,580	0,585	0,590	0,595	0,599	0,604	0,608
28,0	0,571	0,576	0,581	0,585	0,590	0,595	0,600	0,604	0,609
28,5	0,571	0,576	0,581	0,586	0,591	0,596	0,600	0,605	0,609
29,0	0,572	0,577	0,582	0,586	0,591	0,596	0,601	0,605	0,610
29,5	0,572	0,577	0,582	0,587	0,592	0,597	0,601	0,606	0,610
30,0	0,573	0,578	0,583	0,587	0,592	0,597	0,602	0,606	0,611
30,5	0,574	0,579	0,584	0,588	0,593	0,598	0,603	0,606	0,611
31,0	0,574	0,579	0,584	0,588	0,593	0,598	0,603	0,607	0,612
31,5	0,575	0,580	0,585	0,589	0,594	0,599	0,604	0,607	0,612
32,0	0,575	0,580	0,585	0,589	0,594	0,599	0,604	0,608	0,613
32,5	0,576	0,581	0,586	0,590	0,595	0,600	0,605	0,608	0,613
33,0	0,577	0,582	0,586	0,591	0,595	0,600	0,605	0,608	0,613
33,5	0,577	0,582	0,587	0,591	0,596	0,601	0,606	0,609	0,614
34,0	0,578	0,583	0,587	0,592	0,596	0,601	0,606	0,609	0,614
34,5	0,578	0,583	0,588	0,592	0,597	0,602	0,607	0,610	0,615
35,0	0,579	0,584	0,588	0,593	0,597	0,602	0,607	0,610	0,615
35,5	0,580	0,585	0,589	0,594	0,598	0,603	0,608	0,611	0,616

Figura 108. Tabla de densidades relacionadas con temperaturas observadas
Fuente: ASTM-IP-API, 1986

Dicha tabla, es parte de una colección de tablas de equivalencia extraídas de la sección de 1953 de la ASTM-IP, *Petroleum Measurement Tables Metric Edition*. Estas tablas exponen las equivalencias de densidades observadas a temperaturas específicas contra la temperatura estándar de 15°C.

Cabe destacar que existen diversas tablas con rangos de temperatura diferentes. Entre estas están la tabla 53 (15°C), la cual se utiliza como ejemplo en esta tesis, y la tabla 23 y 24, las cuales son las utilizadas en el algoritmo de la plataforma para calcular las densidades en base a rangos de temperatura estándar de 60°F y los factores de conversión volumétrica.

Como se puede observar en la *Figura 108*, el procedimiento para calcular un volumen dado, es el siguiente:

1. Se mide la temperatura ambiente del producto, esta sería la observada.
2. Se procede a buscar en la fila de la tabla correspondiente a la temperatura observada el valor de la densidad observada del producto a temperatura estándar de 15°C, es decir, la densidad comercial del producto.
3. Luego se busca hacia arriba la densidad corregida correspondiente a la fila de la temperatura seleccionada
4. Finalmente se utiliza la formula clásica $v = m / d$ para calcular la equivalencia volumétrica, tomando en cuenta, las conversiones de unidades al sistema internacional.

5.4.6.2 Cuadre de transferencia de inventario

A continuación, se expone los distintos métodos que utiliza la plataforma para calcular las diferencias volumétricas durante la recepción de inventario y los cierres financieros, tomando en cuenta la leyenda presentada en la *Figura 109*.

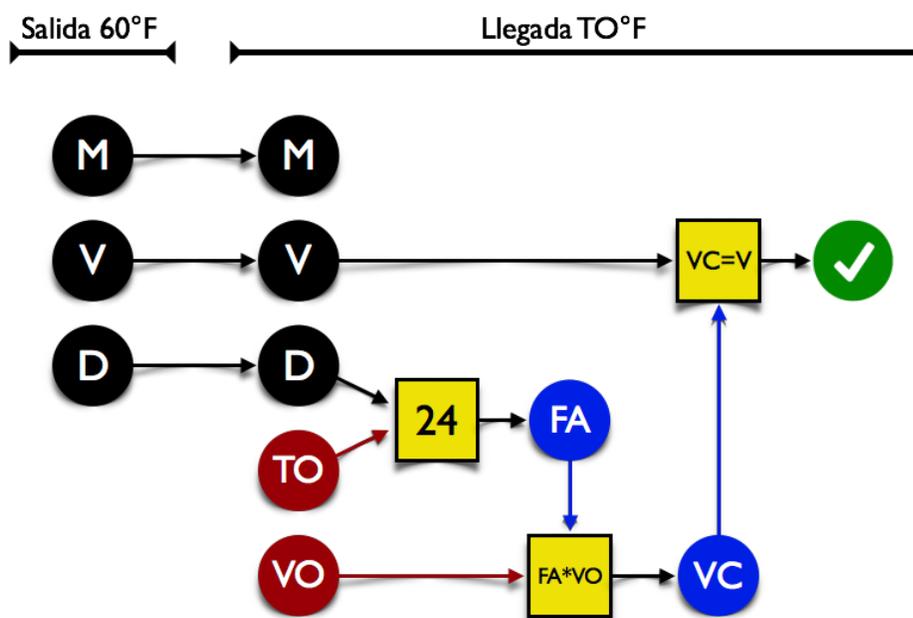
M Masa	VC Volumen Corregido	24	Tabla 24 volumétrica corregida 60°F
V Volumen	FA Factor Observado	23	Tabla 23 densidades corregidas 60°F
D Densidad	DC Densidad Corregida	VOi	Volumen Observado Inicial
CC_f Contador Corregido Final	Di Densidad Inicial	VCi	Volumen Corregido Inicial
CC_i Contador Corregido Inicial	VO Volumen Observado	TO	Temperatura Observada

Figura 109. Leyenda de referencia de los grafos subsiguientes
Fuente: Propia

De igual manera, los colores de cada círculo, independientemente de la variable, representan el alcance de dicha variable. El color negro significa que es un dato procedente de un actor externo, cuyo valor debe asumirse como cierto y no modificable; parecido a una constante. En el caso de los colores azules, estos representan el resultado de una operación, ya sea matemática o de procesamiento informático. Luego, el color rojo representa un valor medido durante el procedimiento. Finalmente, los cuadros amarillos representan los procesos o fórmulas matemáticas utilizadas durante el flujo descrito.

En el contexto de la plataforma GSD, el proceso para comprobar que el camión cisterna está transfiriendo el volumen correcto, se emplea uno de los métodos expuestos en la *Figura 110* o en la *Figura 111*.

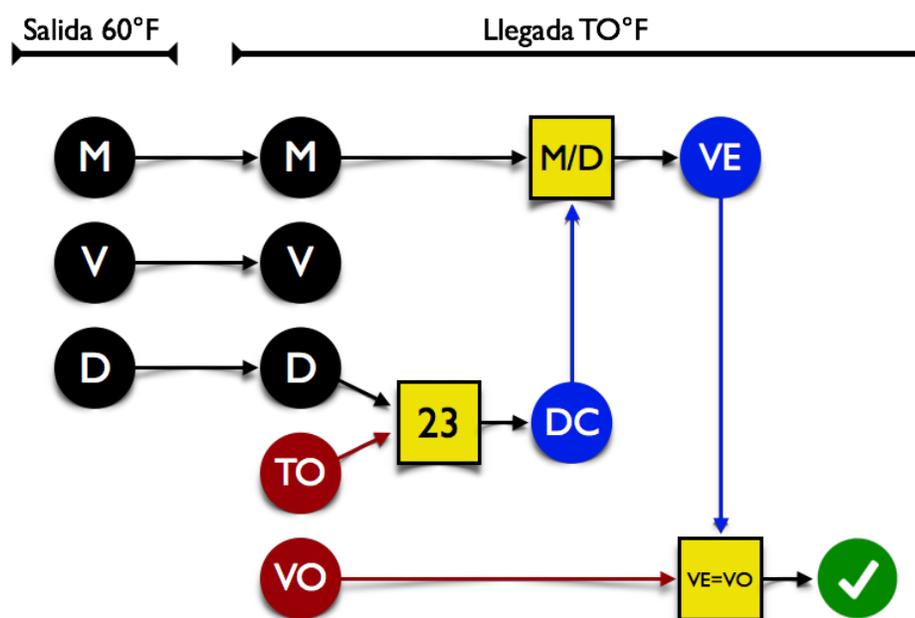
El método de la *Figura 110* compara el volumen corregido contra el volumen establecido por la refinería o la importadora, el cual se basa en la temperatura estándar de 15°C. Mientras que la *Figura 111* expone un método alternativo donde se compara el volumen observado contra el volumen estimado calculado con base en la tabla de densidades.



*Figura 110. Proceso de cuadro de transferencia por volumen observado
Fuente: Propia*

Como se puede observar, primero se toma la densidad de salida, es decir, aquella densidad indicada por la boleta de compra. Luego se realiza el procedimiento de búsqueda en la tabla. Finalmente se calcula el volumen corregido y este se compara con el volumen indicado por la boleta de compra.

En cambio, el modo empleado por la *Figura 111*, toma como referencia la temperatura observada para conseguir la densidad corregida, luego calcula el volumen estimado y lo compara contra el volumen observado.



*Figura 111. Proceso de cuadro de transferencia por volumen observado
Fuente: Propia*

5.4.6.3 Cálculo de densidad en tanque estacionario

Durante el proceso de transferencia, el camión cisterna puede tener una densidad diferente a la densidad del tanque estacionario, por lo que es necesario hacer un cálculo de densidad final que considere los dos líquidos de forma individual. En ese caso, el cálculo es realizado utilizando la fórmula estándar para determinar la densidad final a partir de dos fluidos distintos:

$$d_f = \frac{(d_1 * v_1) + (d_2 * v_2)}{v_1 + v_2}$$

*Figura 112. Formula de densidad final para la mezcla de dos fluidos distintos
Recuperado de: <http://solutionsguide.tetratec.com>*

El proceso, tal como se expone en la *Figura 113*, consiste en determinar la densidad final que tendrá el GLP contenido en el tanque de almacenamiento estacionario con relación a la transferencia realizada. El fin de este cálculo es almacenar la densidad final del tanque estacionario para, posteriormente, ser utilizada por el módulo de cierre financiero.

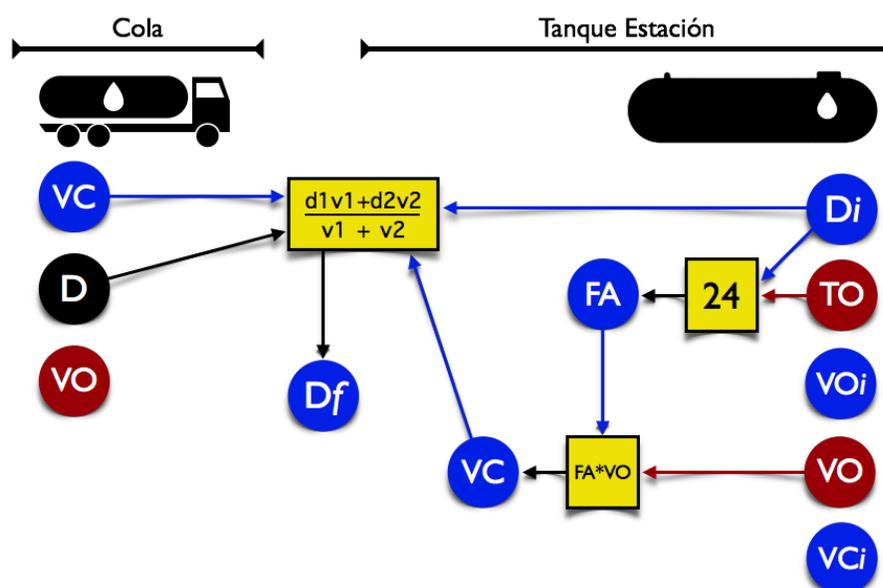


Figura 113. Proceso de vaciado de camión cisterna en tanque estacionario
 Fuente: Propia

Finalmente, la densidad final calculada será el insumo para la densidad inicial de la próxima transferencia.

5.4.6.4 Contador volumétrico corregido en dispensadores

El último eslabón que resta para poder generar un cierre corregido, es determinar la cantidad volumétrica exacta medida por los dispensadores. En este caso, el dispensador deberá tener la capacidad de hacer el cálculo de forma automática a medida que va despachando el fluido.

Para eso, el dispensador depende de los valores indicados por el másico, el cual tiene los sensores necesarios, para proveer las variables requeridas para poder calcular el contador general en base la temperatura ambiente de despacho.

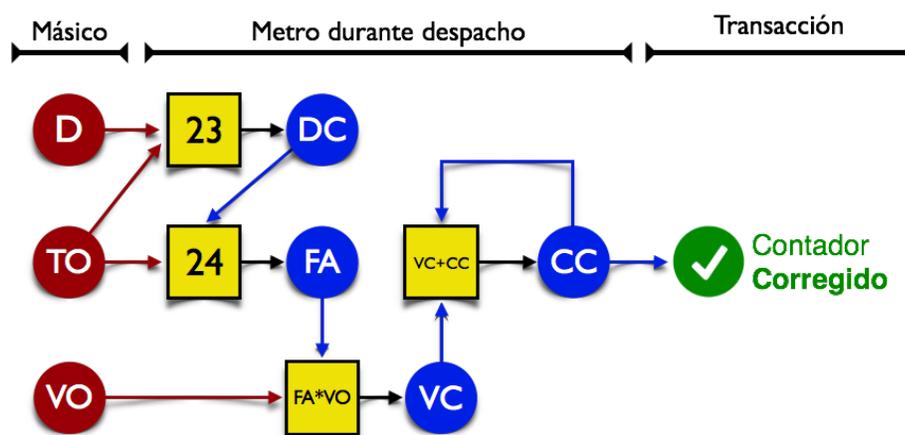


Figura 114. Proceso para obtener el contador corregido en dispensadores
Fuente: Propia

Como se presenta en la *Figura 114*, el proceso que deberá llevar a cabo el dispensador consiste en tomar la medida de densidad, temperatura observada y volumen observado y cruzar dichos valores con las tablas 23 y 24, de modo que, pueda obtener el volumen corregido que fluye en determinado espacio de tiempo. Dicho volumen corregido finalmente se sum en el transcurso de la transacción y finalmente se registra en el contador corregido final de la dispensadora.

5.4.6.5 Cierre de estación con valores corregidos

Por último, el cierre financiero final, toma en cuenta todos los valores previamente calculados para determinar la eficiencia real de la estación. El proceso, tal como se presenta en la *Figura 115*, consiste restar el volumen total despachado por los dispensadores (TD) de la sumatoria del total en transferencias ($\sum VS$) y el volumen corregido inicial del tanque estacionario.

Por otro lado, otros de los recursos tecnológicos a utilizar es un servidor físico en representación del GSD Gateway.

5.5.1 Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra son métodos de pruebas para aplicaciones bajo un marco de alto nivel, es decir, los casos de uso son puestos a prueba por medio del uso real del aplicativo. Estas pruebas examinan y verifican la correcta funcionalidad de una aplicación sin intervenir en las estructuras internas.

Como parte de las pruebas de caja negra, habrá un equipo especializado el cual tendrá la capacidad de configurar macros con el objetivo de detectar anomalías a la hora de realizar cambios en los módulos de la plataforma.

Entre los tipos de pruebas a ejecutar por este equipo humano están:

1. Pruebas de cobertura de casos de uso
2. Pruebas de ruta crítica (camino amarillo)
3. Pruebas de aceptación funcional
4. Pruebas de integración
5. Prueba de estrés

5.5.2 Pruebas de caja blanca

Debido al nivel de complejidad y el conjunto de tecnologías presentes en este tipo de aplicación, no se harán pruebas de caja blanca de forma convencional. De todos modos, el equipo de desarrollo estará capacitado para llevar a cabo dichas pruebas de forma individual a medida que se codifica.

5.6 Despliegue y documentación

5.6.1 Infraestructura tecnológica

La infraestructura tecnológica es la combinación de equipos, dispositivos, periféricos, aplicativos, y programas que fungen como base para los servicios digitales que una entidad pretende llevar a cabo con el objetivo de automatizar y mejorar sus procesos.

Debido a que la plataforma GSD es un sistema con una topología estrella, este deberá contar con equipos de alto rendimiento de modo que el nodo central tenga la capacidad de soportar toda la carga en términos de procesamiento.

La calidad de la infraestructura tecnológica juega un papel muy importante en la plataforma GSD, dado el tipo de negocio con el que se ve involucrado. En ese sentido, es preciso que dicha infraestructura sea industrial y pensada para la durabilidad.

La plataforma GSD debe contar con una conectividad base de 2MB simétricos, los cuales son provistos por empresas de telecomunicaciones proveedoras de Internet. En ese sentido, es posible utilizar conexiones de banda ancha corporativos, los cuales permiten, que, a través de una red virtual, las empresas comuniquen su red privada.

También, como se muestra en la *Figura 116*, el GSD Gateway estar alojado físicamente en un mini servidor insertado en un rack industrial. Este deberá tener la capacidad de soportar cambios de temperatura, vibraciones, humedad y

permanecerá encendido las 24 horas, lo cual es un requerimiento que, de una u otra forma, desgasta el hardware.

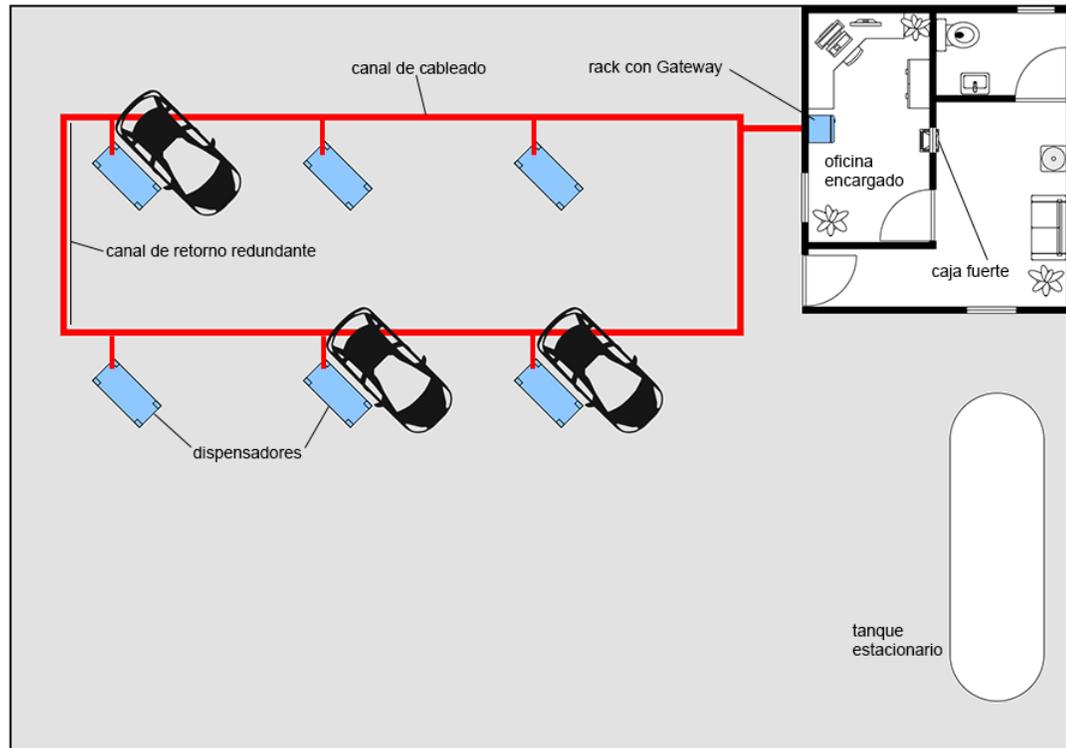


Figura 116. Vista de planta del cableado en la estación
Fuente: Propia

Finalmente, para que dicho servidor pueda cumplir con sus funciones, este debe contar con por lo menos 4GB de RAM y 500GB de almacenamiento, preferiblemente estado sólido. El mismo también, debe conectarse a un Back-UPS de emergencia para procurar la disponibilidad.

5.6.2 Diagrama de componentes

Según MSDN de Microsoft, 2015, “Un diagrama de componentes muestra los elementos de un diseño de un sistema de software. Este permite visualizar la estructura de alto nivel del sistema y el comportamiento del servicio que estos

componentes proporcionan y usan a través de interfaces.” Este tipo de diagrama permite representar de forma abstracta la composición general de la plataforma.

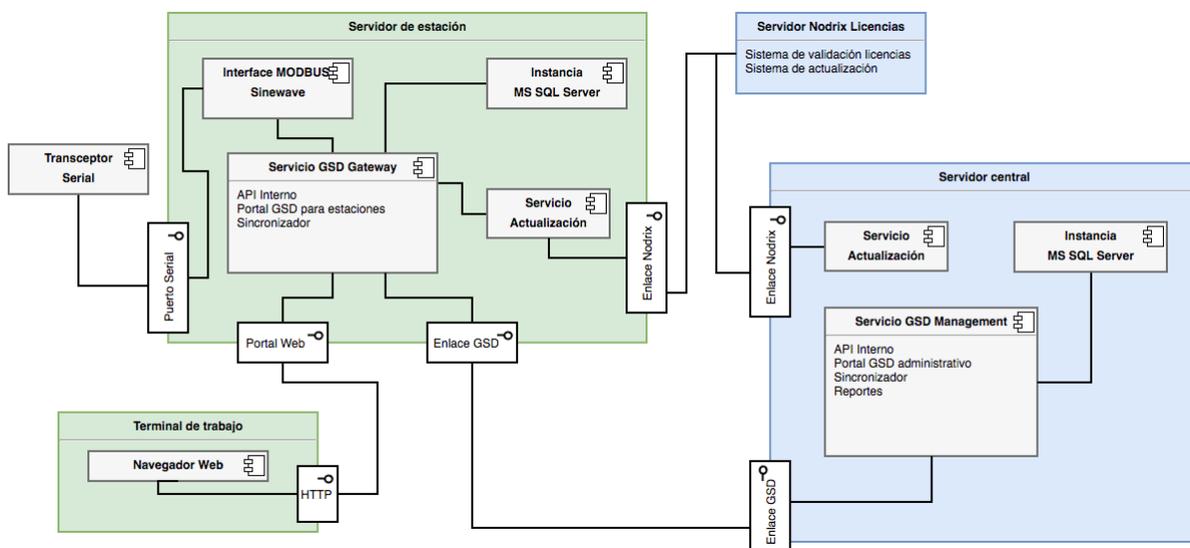


Figura 117. Diagrama de componentes de la plataforma GSD
Fuente: Propia

5.6.3 Documentación y manuales

La documentación de la plataforma Sinewave GSD estará basada en dos partes: la técnica y la comercial. Durante el desarrollo, a nivel técnico, el código de la plataforma estará siendo documentada siguiendo los lineamientos de las mejores prácticas de la actualidad.

Asimismo, el sistema contará con dos manuales, uno de usuario y el otro técnico, los cuales estarán disponibles, tanto en un DVD en formato PDF como en línea. De esta manera, se procura que la documentación sirva, tanto a los clientes como al personal de implementación de la empresa Nodrix. Asimismo, el objetivo de este manual es instruir al personal técnico de cómo se debe llevar a cabo la instalación y el despliegue en las estaciones y en la sede central de una envasadora.

En ese sentido, la documentación que va dedicada exclusivamente a los usuarios finales estará en un formato más intuitivo y menos técnico. Ambos manuales, tanto el técnico como el de usuario, estarán disponibles en inglés y español, para futuro entendimiento de actores y prospectos internacionales.

5.6.3.1 Instalación y mantenimiento

La instalación es realizada por medio de un set de archivos que se alojan en la red interna del cliente y posteriormente son consumidos a través de la red interna de la empresa. Esto permite que el cliente pueda llevar mejor control en sus procesos de gestión de cambio y actualizaciones.

Debido a las restricciones de seguridad que tienen la mayoría de los clientes corporativos, no se permite la instalación a través de dispositivos como memorias flash o CD-ROM, por lo que es preciso definir de antemano el plan de despliegue.

Finalmente, una vez se tiene acceso a los archivos de instalación de la plataforma, el usuario o administrador dispondrá de un programa asistente el cual le guía a realizar las tareas de instalación de forma rápida e intuitiva.

5.6.3.2 Plan de entrenamiento

Una vez formalmente instalada la plataforma, el equipo interno de Nodrix proporciona un calendario el cual contiene las actividades relacionadas a reuniones periódicas de entrenamiento. En este caso, el cliente será responsable de asistir y tomar dichos cursos con el objetivo de que pueda sacar el mayor beneficio a la plataforma de la forma más rápida y segura.

De todos modos, Nodrix dispone de un personal altamente capacitado con la disponibilidad necesaria para poder satisfacer las necesidades de cada uno de los clientes.

Por lo general, el entrenamiento puede ser cubierto en no más de 4 días. Dos sesiones serán a nivel administrativo y 2 serán a nivel operativo en el campo. El personal deberá disponer de por lo menos una estación de GLP para poder realizar las pruebas durante el entrenamiento.

5.7 Tecnologías y metodologías de trabajo

5.7.1 Metodologías a utilizar

Parte de una buena gestión de proyecto de software, consiste en la aplicación de metodologías que se ajusten al alcance global que presenta dicho proyecto. En el caso de la plataforma GSD, es esencial poner en práctica metodologías ágiles que permitan la obtención de resultados rápidos y confiables.

5.7.1.1 Metodología ágil SCRUM

Debido a la versatilidad que ofrece las metodologías ágiles con relación al desarrollo basado en el modelo cascada, la plataforma GSD estará siendo realizada bajo las prácticas propuestas por la metodología SCRUM.

La metodología SCRUM es de las más populares en la actualidad. Esta metodología ágil es una adaptación donde promueve la interactividad, rapidez flexibilidad y eficacia con el objetivo de incrementar el valor y la tasa de entregables de un proyecto. Asimismo, tal como indica la Guía SBOK™, está diseñado de manera tal

que tiene la capacidad de ser compatible con el desarrollo de todo tipo de servicios o proyectos en todo tipo de industria.

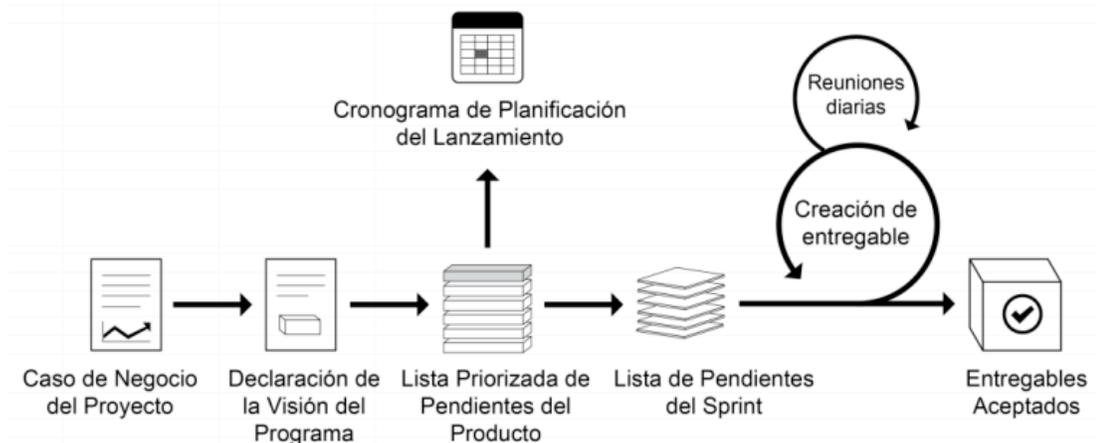


Figura 118. Flujo de Scrum para un Sprint
Fuente: SBOK Guide, 2016

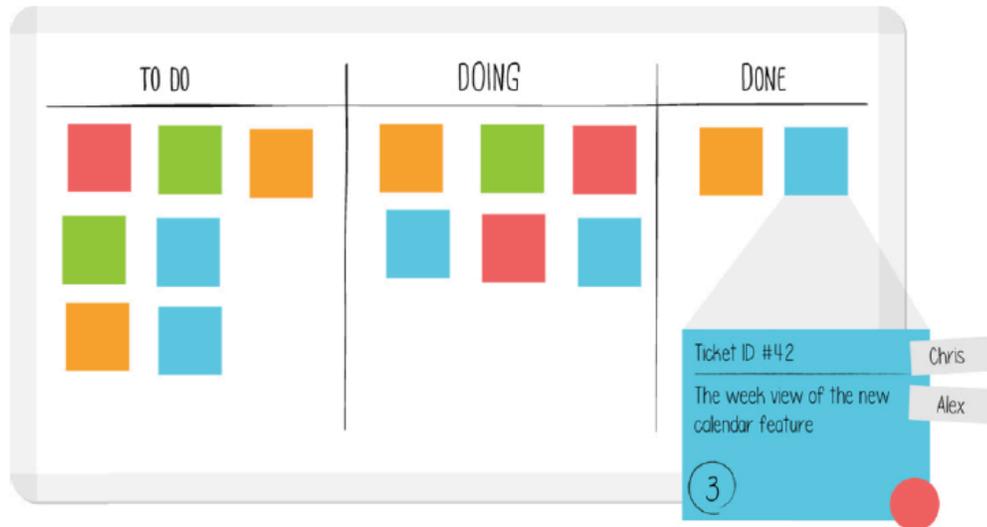
Como se aprecia en la *Figura 118*, el ciclo de SCRUM inicia con una reunión de los socios, durante la cual se crea la visión del proyecto. Después, el propietario del producto desarrolla una Lista priorizada de pendientes del producto que contiene una lista requerimientos del negocio por orden de importancia en forma de una Historia de usuario. Cada sprint comienza con una Reunión de planificación del sprint durante la cual se consideran las historias de usuario de alta prioridad para su inclusión en el sprint. (Guía SBOK™, 2016)

5.7.1.2 Pizarra Kanba

Adicional al método SCRUM, como forma alternativa de llevar registro de las tareas y actividades de desarrollo, se utilizará un método manual y popular llamado kanba.

Este consiste en una pizarra donde las tareas asignadas se ordenan en grupos de manera tal que se pueda apreciar el estado de progreso con relación a la posición

o la columna en la que dicha tarea se encuentre, tal como se presenta en la *Figura 119*.



*Figura 119. Imagen representativa de una pizarra Kanba
Fuente: Lean Kit, 2017*

5.7.2 Tecnologías y herramientas

5.7.2.1 Repositorio de código y control de versiones

Según Git, “El control de versiones es un sistema que registra los cambios realizados sobre un archivo o conjunto de archivos a lo largo del tiempo, de modo que puedas recuperar versiones específicas más adelante.” (Git). En ese sentido, con el objetivo de mantener el control del progreso de desarrollo de la plataforma GSD, este proyecto se apoyará en el uso de la plataforma de Microsoft Visual Studio Online.

Visual Studio Online es una plataforma en la nube que una variedad de herramientas y servicios que ayudan a planificar, desplegar y gestionar el desarrollo de aplicaciones. Este está basado en la tecnología de Microsoft, Team Foundation Service.

Parte de las ventajas que ofrece este tipo de plataforma, es que no requiere una plataforma física ni tecnológica debido a que se encuentra situada en el dominio de Microsoft. Asimismo, este tipo de herramientas es popular entre los recursos de desarrollo de software en República Dominicana, lo cual representa un paso adelante a la hora de reclutar personal humano que trabaje en el equipo de desarrollo.

5.7.2.2 Lenguajes de programación

Debido al nivel de complejidad y el tipo de arquitectura en la cual se sustenta la plataforma, este proyecto utilizará una combinación de varios lenguajes, cada uno con un fin específico. Entre ellos está:

C-Sharp (C#). Uno de los lenguajes más populares y más versátiles de la época. Este será utilizado específicamente para codificar los servicios GSD Management y GSD Gateway que ejecutarán bajo el sistema operativo Microsoft Windows.

Asimismo, debido a que la plataforma GSD se basa en una arquitectura cliente-servidor, sus interfaces gráficas estarán realizadas en el lenguaje de marcado HTML. En ese sentido, para complementar toda la funcionalidad que requiere una página en HTML, esta se apoyará del lenguaje JavaScript y hojas de estilos.

En síntesis, la plataforma GSD estará desarrollada utilizando C#, JavaScript, HTML y CSS.

5.7.2.3 Entornos de desarrollo

El entorno de desarrollo integrado, IDE o sus siglas en inglés (Integrated Development Environment) es una herramienta de desarrollo de software que consolida un set de utilidades para poder componer código, haciendo al programador más productivo y minimizando la cantidad de errores cometidos. Estos son básicamente editores de texto especializados los cuales tienen la capacidad de asistir durante el desarrollo por medio de sugerencias, depuración y compilación el código bajo el lenguaje que se esté utilizando.

En este proyecto, el IDE a utilizar será Microsoft Visual Studio, el cual es el entorno de desarrollo más robusto y popular a nivel mundial. Este tiene la capacidad de manejar más de 36 lenguajes de programación y posee un sistema de componentes externos que lo hacen más completos. Asimismo, este cubre todas las necesidades de desarrollo para la plataforma, ya que es totalmente compatible con el 100% de las tecnologías, librerías y herramientas a utilizar.

5.7.2.4 Bases de datos

La plataforma estará basada en el manejador de base de datos Microsoft SQL Server, el cual debe ser desplegado tanto en las localidades o estaciones de servicio, así como en el servidor principal. De igual manera, parte de la metadata estará fijada en archivos XML y estructuras de datos Json.

Durante las pruebas es posible el uso de la versión gratuita que este manejador de bases de datos ofrece.

5.7.2.5 Frameworks y librerías

Entre las librerías a utilizar se encuentran:

ADO.NET Entity Framework

Según Microsoft MSDN, ADO.NET Entity Framework está diseñado para permitir a los programadores crear aplicaciones de acceso a datos programando con un modelo de la aplicación conceptual en lugar de programar directamente con un esquema de almacenamiento relacional. El objetivo es reducir la cantidad de código y mantenimiento que se necesita para las aplicaciones orientadas a datos. Las aplicaciones de Entity Framework ofrecen las siguientes ventajas:

Las aplicaciones pueden funcionar en términos de un modelo conceptual más centrado en la aplicación, que incluye tipos con herencia, miembros complejos y relaciones.

Las aplicaciones están libres de dependencias de codificación rígida de un motor de datos o de un esquema de almacenamiento.

Las asignaciones entre el modelo conceptual y el esquema específico de almacenamiento pueden cambiar sin tener que cambiar el código de la aplicación.

Los programadores pueden trabajar con un modelo de objeto de aplicación coherente que se puede asignar a diversos esquemas de almacenamiento, posiblemente implementados en sistemas de administración de base de datos diferentes.

Se pueden asignar varios modelos conceptuales a un único esquema de almacenamiento.

JQuery

Es la librería JavaScript de código abierto más utilizada. Esta simplifica la manipulación del DOM y el HTML de manera y permite agregar funcionalidad dinámica a las aplicaciones web. En ese sentido, esta librería cuenta con un sinnúmero de componentes gratuitos creados por desarrolladores de todas partes del mundo.

Su versatilidad ha hecho que sea una de las librerías más populares puesto que es de fácil aprendizaje, confiable y la respalda una gran comunidad de desarrolladores.

AngularJS

AngularJS es un framework estructural para aplicaciones web dinámicas. Este permite utilizar y manipular el HTML como una plantilla, de modo tal, que extiende dicho lenguaje. La característica principal de esta librería es la capacidad de minimizar la cantidad de código requerido para realizar módulos dentro de una aplicación.

En ese sentido, esta librería está diseñada para hacer aplicaciones que consisten en una sola página web, o sus siglas en inglés, SPA (Single Page Application), lo cual es ideal para cumplir con los objetivos técnicos de la plataforma GSD.

5.8 Pantallas de prototipo funcional de la plataforma



Figura 120. Pantalla de bienvenida
Fuente: Propia

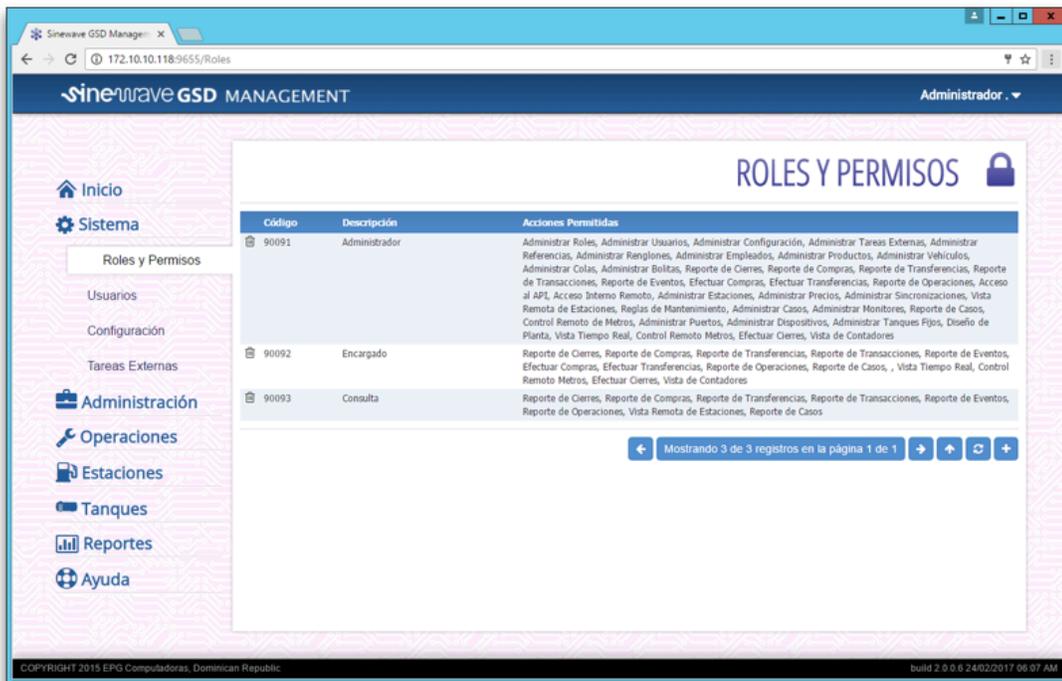


Figura 121. Pantalla de roles y permisos
Fuente: Propia

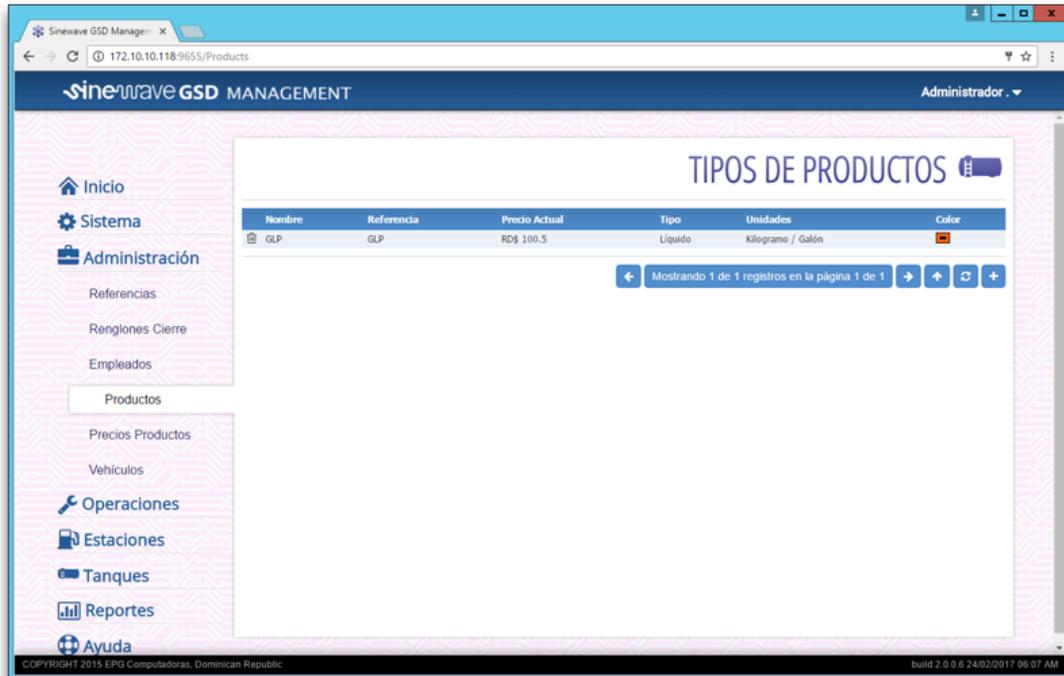


Figura 122. Pantalla de tipos de productos
Fuente: Propia

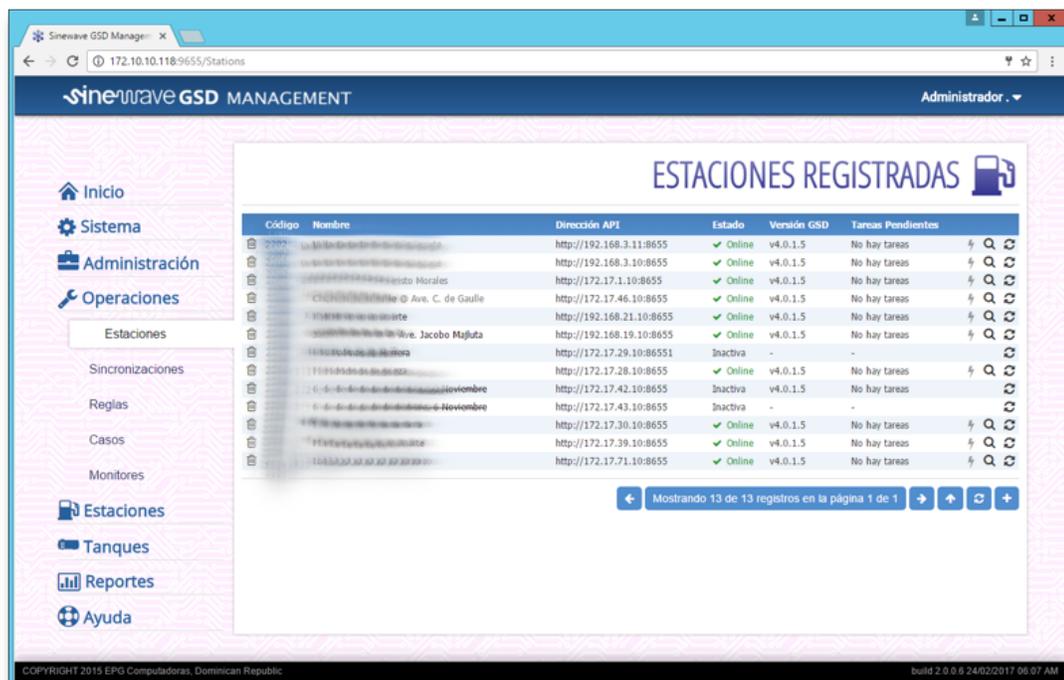


Figura 123. Pantalla de tipos de productos
Fuente: Propia

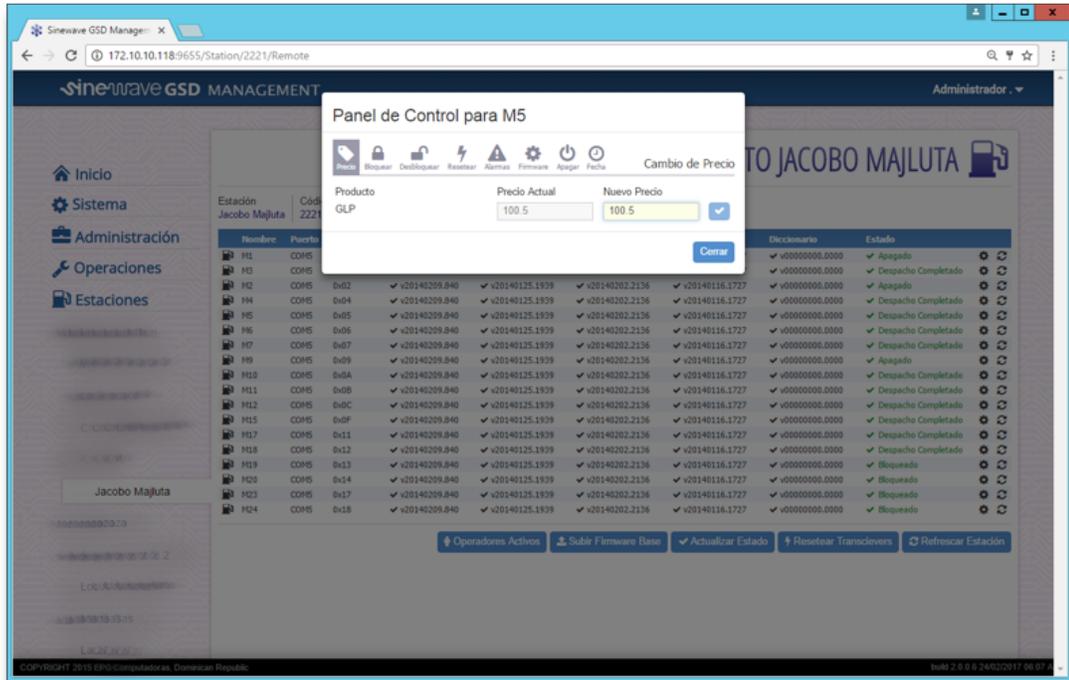


Figura 126. Pantalla para el control remoto desde GSD Management
Fuente: Propia

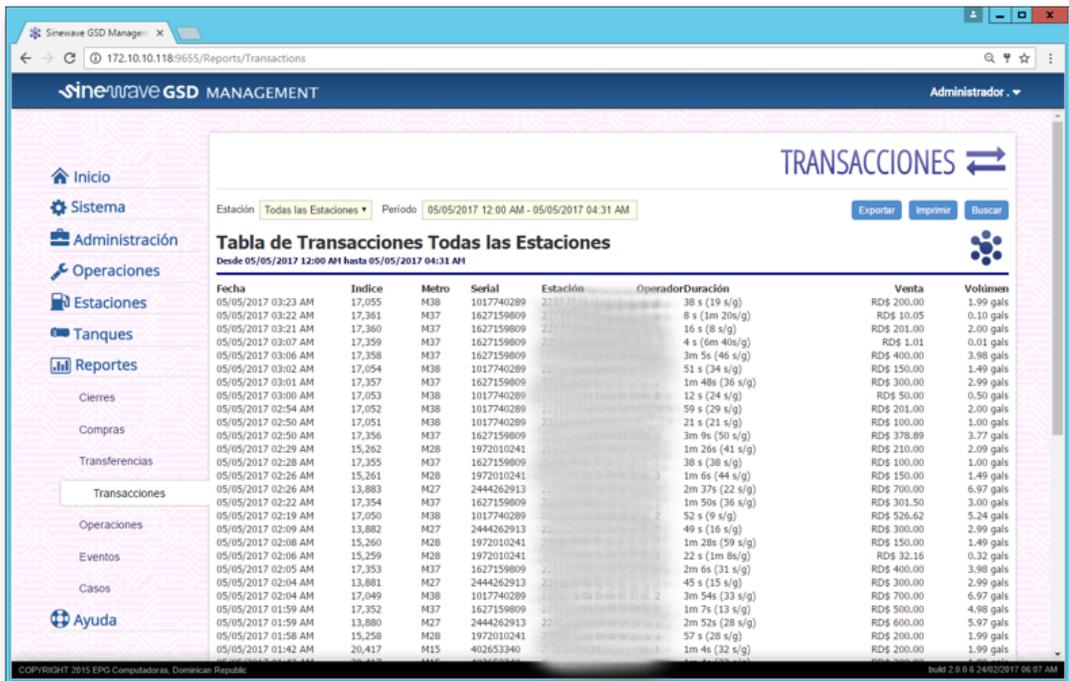


Figura 127. Pantalla con reporte de transacciones desde GSD Management
Fuente: Propia



Figura 128. Pantalla con reporte de operaciones desde GSD Management
Fuente: Propia

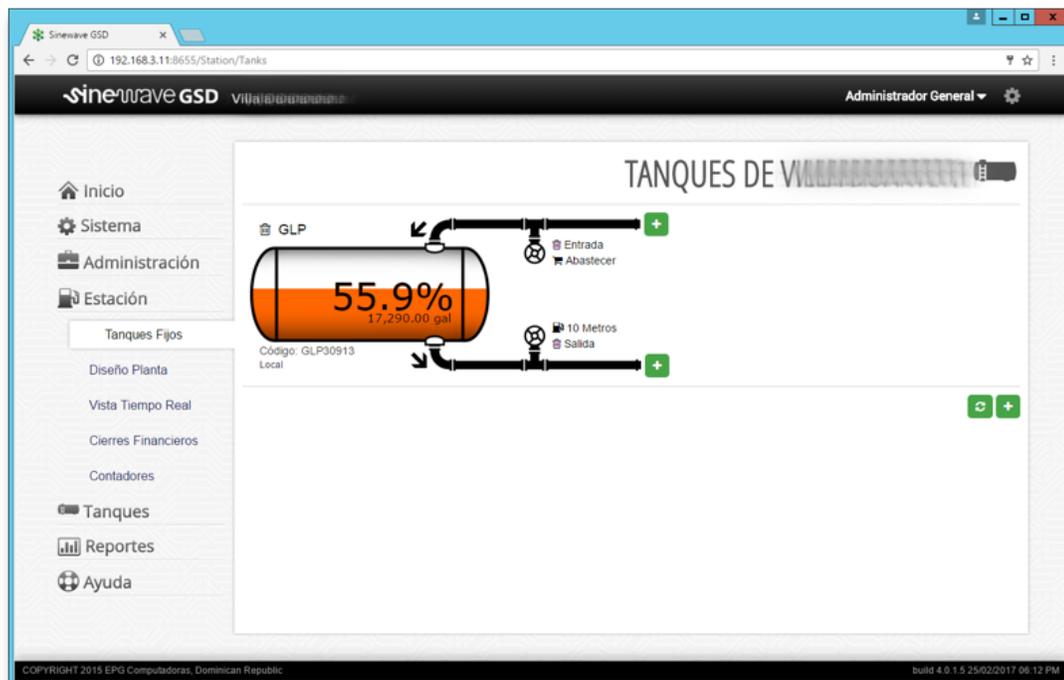


Figura 129. Pantalla para gestión de tanques estacionarios en GSD Gateway
Fuente: Propia



Figura 130. Pantalla para seguimiento de despachos en tiempo real en GSD Gateway
Fuente: Propia

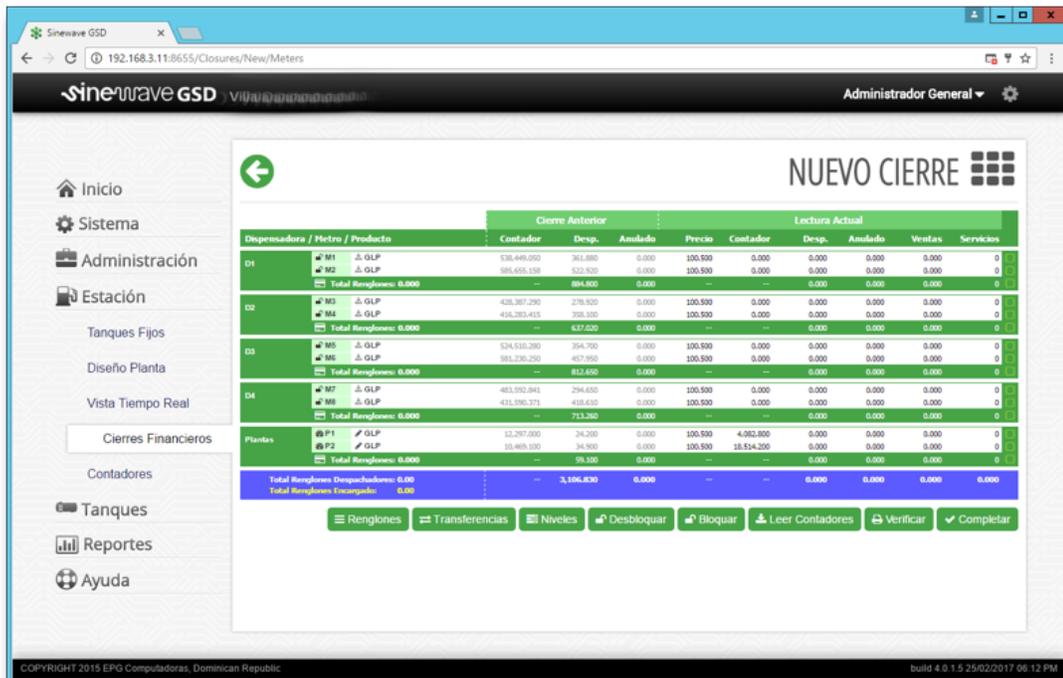


Figura 131. Pantalla para gestión de cierres financieros en GSD Gateway
Fuente: Propia

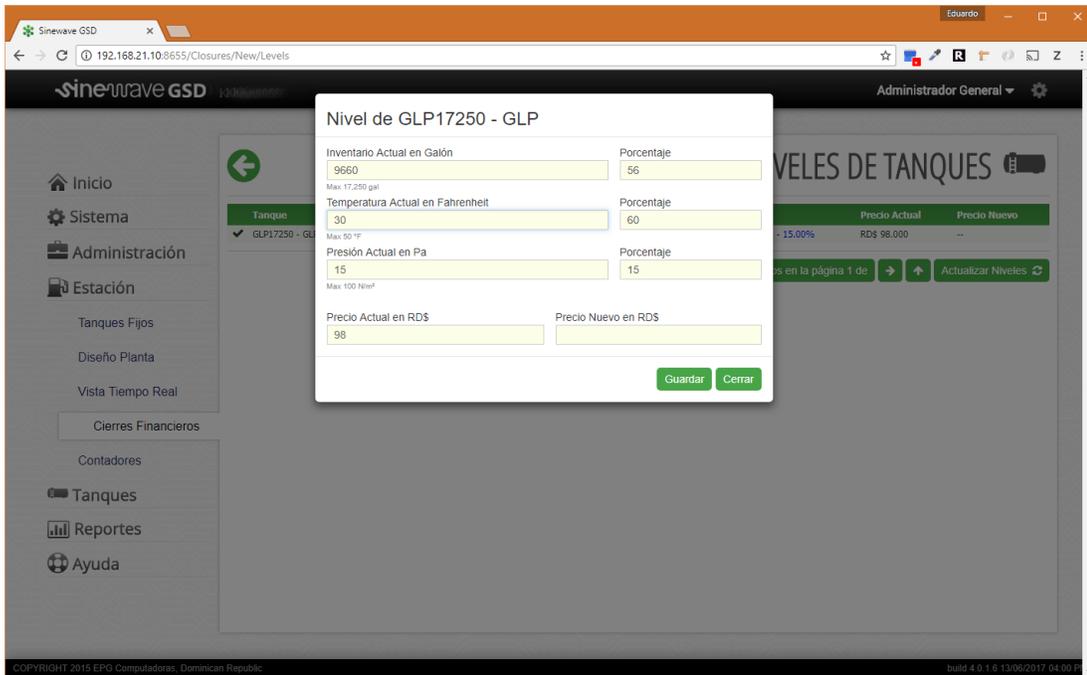


Figura 132. Pantalla ingresar la temperatura durante cierre financiero en GSD Gateway
Fuente: Propia

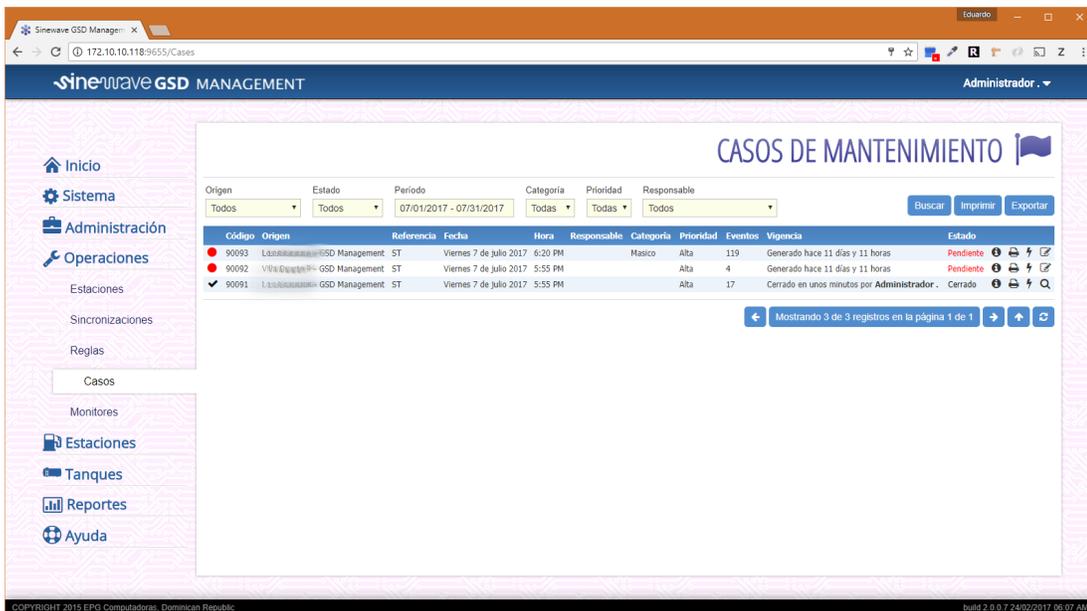


Figura 133. Pantalla para gestión de casos en GSD Management
Fuente: Propia

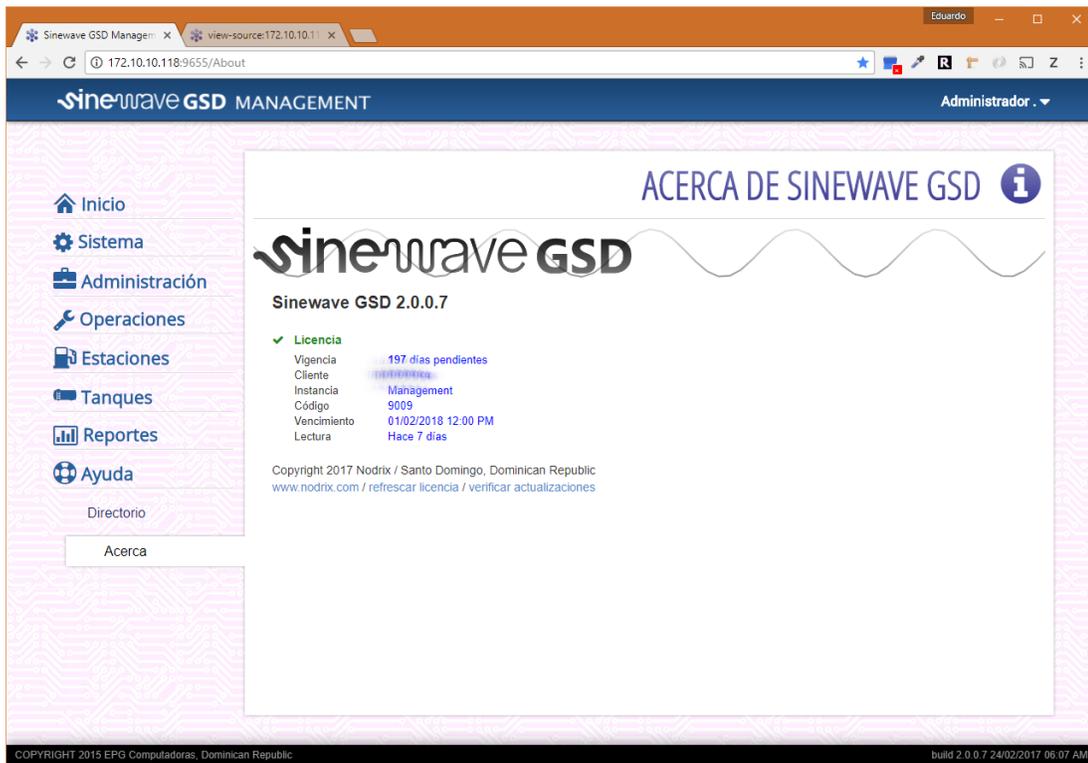


Figura 136. Pantalla de estado de licenciamiento en GSD Management
Fuente: Propia

RESUMEN

Como se pudo apreciar, la plataforma GSD es una solución completa que puede ser de mucha utilidad y beneficio para las envasadoras de gas licuado de petróleo. Asimismo, con el objetivo de satisfacer las demandas y necesidades de las envasadoras de GLP, en el diseño arquitectónico de la plataforma, se toma en cuenta la escalabilidad, disponibilidad, seguridad y versatilidad, lo cual responde a los requerimientos no funcionales más demandantes de la industria, beneficiando así al cliente.

En ese sentido, cabe destacar que los casos de uso presentados en el capítulo son los esenciales y, de allí, derivan otras actividades y actores los cuales son tomados en cuenta dependiendo el escenario de implementación o despliegue de la plataforma.

Por otro lado, entre las características técnicas señaladas en el capítulo, se pudo apreciar cómo es el funcionamiento interno de la plataforma; cómo esta interactúa con los dispensadores y como los subsistemas GSD Gateway y GSD Management se comunican para compartir recursos y sincronizar transacciones desde todas las estaciones de servicio.

Finalmente, se muestran varias pantallas con las interfaces de usuario las cuales están en funcionamiento real, es decir, existen varias instancias que se encuentran activas en clientes reales y con estaciones reales. Sin embargo, algunas de las funcionalidades expuestas en esta tesis, aun son de carácter teórico y no se encuentran funcionando puesto que se está en proceso de desarrollo.

CAPÍTULO VI

MODELO DE NEGOCIO Y ANALISIS FINANCIERO

INTRODUCCIÓN

A lo largo de este último capítulo se explica cómo la plataforma se desempeña en términos económicos. Se detalla cómo la empresa Nodrix, desarrolladora de la plataforma Sinewave GSD, es beneficiada en torno a un esquema de licenciamiento por estación y dispensador. En este capítulo se determinan las metas económicas a alcanzar en base a un análisis financiero y un presupuesto proyectado a 5 años, de los cuales 4 son dedicados exclusivamente al mantenimiento y el primero a desarrollo.

En ese sentido, se presentan los detalles asociados a los gastos operacionales y de nómina, presentes a lo largo de la vida del proyecto, así como también, los insumos y activos necesarios utilizados para llevar a cabo el desarrollo y mantenimiento de la plataforma.

Finalmente, desde la perspectiva, tanto de la empresa Nodrix, como la de los prospectos o clientes futuros que aprovecharán los beneficios de la plataforma, se expone de manera gráfica la rentabilidad bajo un contexto realista y crítico, teniendo en cuenta los aspectos del presupuesto definidos y analizados con anterioridad.

6.1 Modelo de negocio establecido

El objetivo de la plataforma web GSD es minimizar los costos operativos de las envasadoras de GLP, así como también, aumentar la rentabilidad por medio de la correcta medición de inventario, automatización, monitoreo, control y gestión de sus operaciones.

Por lo tanto, para mantener la plataforma actualizada y funcional, es necesario dar seguimiento de forma constante a los cambios tecnológicos, las nuevas tendencias y los estándares de la industria. Para ello, la estrategia propuesta que permite monetizar el proyecto, es la de un modelo de ingreso constante basado en el licenciamiento.

En ese sentido, la licencia de un software es un instrumento legal, usualmente establecido mediante acuerdos escritos, firmados y notariados entre dos partes, para proteger o restringir el uso o la redistribución de un software. Dicha protección, usual pero no necesariamente, busca como beneficio la compensación a través de pagos de forma periódica, es decir, indica cómo la empresa licenciante debe ser compensada a cambio de sus soluciones y servicios que ofrece, ya sea a través de una plataforma, aplicación o software.

Desde el punto de vista de Nodrix, como empresa, este modelo de negocio ofrece diversas ventajas:

1. El código fuente de la plataforma sigue siendo propiedad de Nodrix.
2. Los requerimientos que beneficien un cliente, pueden beneficiar al otro.
3. Nodrix tiene mejor control de la gestión de cambios.

4. Permite el desarrollo de nuevas funcionalidades sujetas a licenciamiento.
5. Los beneficios son constantes, permitiendo el mantenimiento de la plataforma.

Por otro lado, desde el punto de vista del cliente o la envasadora de GLP, las ventajas son las siguientes:

1. El costo por usar la plataforma es relativamente bajo.
2. No requiere un departamento de desarrollo.
3. Las resoluciones de problemas son manejadas por Nodrix.
4. Obtiene las actualizaciones a medida que surgen las nuevas funcionalidades.
5. El costo de la licencia se adapta al volumen operativo del cliente.
6. Las funcionalidades nuevas propuestas son compartidas entre todos los clientes.

La plataforma GSD, está diseñada para ser alojada en servidores empresariales que, por lo general, se encuentran instalados físicamente bajo su dominio y estrictamente bajo la autoridad y supervisión directa del cliente. Asimismo, debido a que la plataforma está compuesta básicamente por dos tipos de instancias, aquellas que ejecutan en cada estación (GSD Gateway) y las que ejecutan de forma centralizada a nivel administrativo (GSD Management); es necesario mantener un control de licenciamiento de forma remota y segura por parte de Nodrix.

Por dicha razón, el modelo establecido para la plataforma web GSD, sigue un esquema de licenciamiento que considera el crecimiento del cliente en términos de infraestructura, es decir, la cantidad de estaciones y la cantidad de dispensadores GLP instalados en el tiempo.

6.1.1 Licenciamiento por metro o dispensador

Este tipo de licencia determina el monto que el cliente debe pagar por cada metro asociado a la plataforma GSD. Dicho monto depende de la cantidad de metros licenciados por estación, es decir, la cantidad de metro se determina por cada estación contratada; no globalmente.

Metros	Cargo mensual	Cargo trimestral	Cargo semestral	Cargo anual
1 – 6	\$ 30.00 USD	\$ 85.00 USD	\$ 150.00 USD	\$ 260.00 USD
6 – 24	\$ 25.00 USD	\$ 70.00 USD	\$ 130.00 USD	\$ 220.00 USD
24+	\$ 20.00 USD	\$ 55.00 USD	\$ 100.00 USD	\$ 175.00 USD

Tabla 10. Cargo de licenciamiento de metros por período de recurrencia.
Fuente: Propia

Como se presenta en la *Tabla 10*, a medida que se incluyen metros a la plataforma, el cargo por periodo por metro disminuye. Asimismo, el precio baja a medida que el período de corte aumenta, resultado en un costo mensual por metro menor.

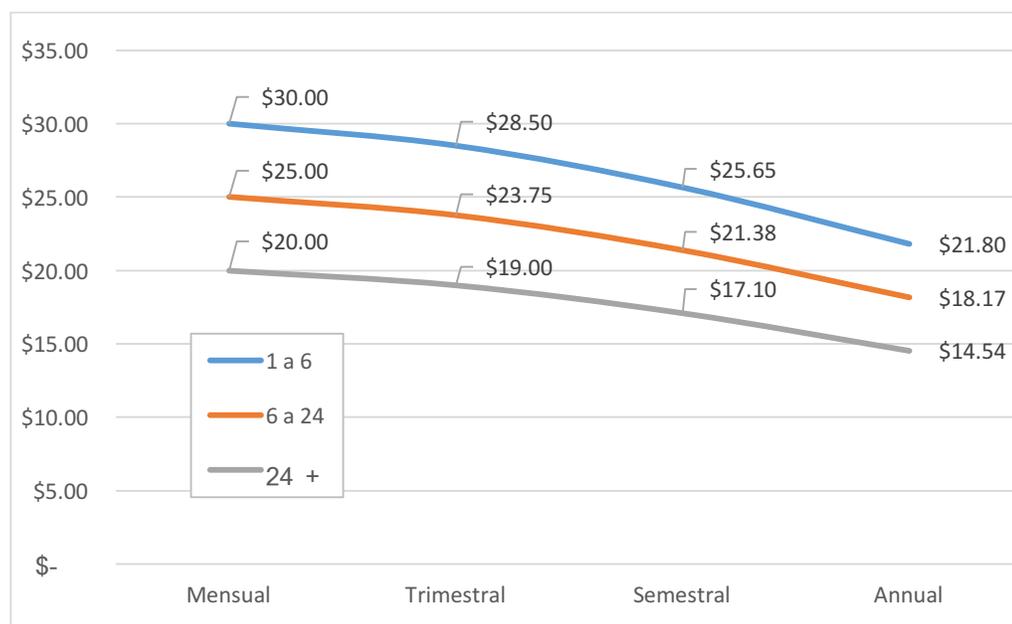


Figura 137. Gráfico comparativo entre los tipos de licencia por el cargo mensual por metro.
Fuente: Propia

6.1.2 Licenciamiento por estación

Al igual que la licencia por metro, este tipo de licencia determina el monto que el cliente debe pagar por cada estación asociada a la plataforma GSD, permitiendo al usuario instalar la cantidad de metros que desee sin restricciones. Este tipo de licenciamiento, es normalmente preferido por envasadoras cuyas operaciones se basan en más de 24 metros por estación.

Estaciones	Cargo mensual	Cargo trimestral	Cargo semestral	Cargo anual
1 – 6	\$ 480.00 USD	\$ 1,370.00 USD	\$ 2,460.00 USD	\$ 4,185.00 USD
6 – 24	\$ 450.00 USD	\$ 1,280.00 USD	\$ 2,310.00 USD	\$ 3,925.00 USD
24+	\$ 420.00 USD	\$ 1,200.00 USD	\$ 2,155.00 USD	\$ 3,660.00 USD

Tabla 11. Cargo de licenciamiento de estaciones por período de recurrencia.
Fuente: Propia

De igual manera, a medida que incrementa el número de estaciones licenciadas, se aplica un descuento a favor del cliente.

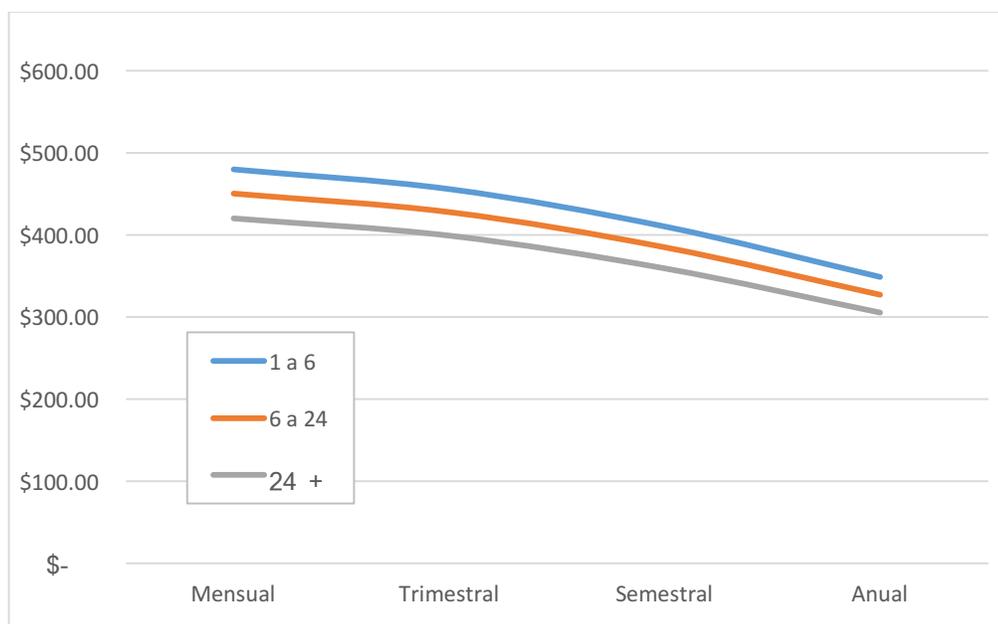


Figura 138. Gráfico comparativo entre los tipos de licencia por el cargo mensual por estación.
Fuente: Propia

6.1.3 Licenciamiento global por período de tiempo

Este tipo de licenciamiento intenta contratar una iguala por parte del cliente. Por lo general, este tipo de licencia, está sujeta a negociaciones puesto que va dirigido a envasadoras que tengan operaciones con más de 50 estaciones de GLP. De ese mismo modo, los montos por períodos son ajustados de acuerdo al contrato realizado entre las partes.

6.2 Gastos infraestructurales por parte del cliente

Para que la plataforma web GSD pueda funcionar, de acuerdo a los requerimientos infraestructurales y de red expuestos en el capítulo 5, el cliente debe preparar el entorno físico y lógico haciendo algunos ajustes en sus instalaciones.

6.2.1 Adquisición de equipos requeridos

La primera inversión que el cliente debe asumir es la compra de un servidor con capacidad industrial. Este servidor requiere diversos dispositivos (hardware) y aplicaciones (software) para conformar el entorno requerido para albergar la plataforma web GSD Management. Asimismo, dicho servidor es responsable de hospedar la aplicación web GSD Management permitiéndole acceso a la red interna del cliente, es decir, este debe estar disponible a través de la red para que los clientes administradores puedan acceder y consumir sus servicios.

Cabe destacar que, los prospectos adquirientes de la plataforma GSD, por lo general, tienen contratos preestablecidos con los proveedores que suplen los recursos necesarios como equipos cómputos, licencias, mano de obra infraestructural, equipos de comunicaciones, entre otros. Estas empresas están

contratadas y previamente autorizadas por el mismo cliente debido al nivel de homologación y seguridad que presentan. En ese sentido, Nodrix no suministra los recursos físicos necesarios para tales fines, sin embargo, ofrece la asesoría técnica necesaria para poder cumplir con los estándares y requerimientos pertinentes para cada despliegue.

Recursos	Inversión inicial	Despliegue
Servidor DELL PowerEdge R710	\$ 950.00 USD	Administrativo
Microsoft Windows Server 2016 SE	\$ 882.00 USD	Administrativo
Microsoft SQL Server 2016 SE	\$3,717.00 USD	Administrativo
Microsoft SQL Server 2012 SE	\$ 155.00 USD	Por estación
Microsoft Windows 10	\$ 140.00 USD	Por estación
Rack cerrado estándar de 19"	\$ 400.00 USD	Administrativo / por estación
Instalación GSD Management	\$ 1,500.00 USD	Administrativo
Instalación GSD Gateway por estación	\$ 250.00 USD	Por estación
Mini Server Industrial – Gateway	\$ 500.00 USD	Por estación
Router VPN Gibabit Cisco	\$ 140.00 USD	Administrativo / Por estación
Mini Ethernet Switch	\$ 50.00 USD	Por estación
Cable CAT5 Industrial / pie	\$ 1.50 USD	Por estación y distancia a metros
Multipuerto RS485 x16 Sinewave	\$ 700.00 USD	Por estación
Transceptor RS485 USB Singular	\$ 40.00 USD	Por estación
Terminar POS	\$ 500.00 USD	Por estación
Computador PC Desktop	\$ 800.00 USD	Por estación

*Tabla 12. Costos estimados de los componentes esenciales al momento del despliegue.
Fuente: Propia*

Los precios indicados en la *Tabla 12*, están basados en un despliegue independiente, es decir, no se consideran las licencias ni equipos cómputos disponibles en el cliente. Por otro lado, dichos precios son en base a costos asociados a aquellos componentes requeridos en un determinado despliegue, sin considerar cantidades y asumiendo que las estaciones de servicio disponen de dispensadores electrónicos con interface de comunicación MODBUS.

En ese sentido, cada estación debe tener una instancia del GSD Gateway instalada, por lo que cada una requiere los componentes indicados “por estación” en la *Tabla 12* de precios. Asimismo, aquellos recursos que indiquen “Administrativo” en la columna de despliegue, quiere decir que dicha inversión se hace una vez para uso de la plataforma y no depende de la cantidad de estaciones.

6.2.2 Remodelación y cableado por estación

Cada estación, dependiendo su estructura física y posición de los dispensadores respecto a su oficina, debe ser remodelada y adaptada de acuerdo a los requerimientos infraestructurales de la plataforma GSD. En ese sentido, parte de la remodelación consiste en los siguientes trabajos:

1. Instalación física del rack contenedor del mini server en la oficina de la estación.
2. Cableado físico desde la oficina a los dispensadores.
 - a. Zanjado del suelo desde la oficina de la estación a los dispensadores.
 - b. Entubado y cableado a través de las zanjas.
 - c. Preparación de las conexiones entre el multipuerto y los dispensadores.
3. Configuración del VPN para conectividad a la red interna.
4. Instalación del sistema operativo, aplicativos, drivers y GSD Gateway.
5. Configuración de accesos y parámetros del GSD Gateway.

Como se muestra en la *Figura 139*, las zanjas (línea roja) son realizadas bajo la topología de anillo, como se explica en el subcapítulo 2.1.4 , con el propósito de incluir líneas redundantes en caso de una falla física en el cableado. En ese sentido,

por lo general se incluyen dos metros por transceptor RS485 en este tipo de topología, lo que resulta en un cable por dispensador hacia el rack.

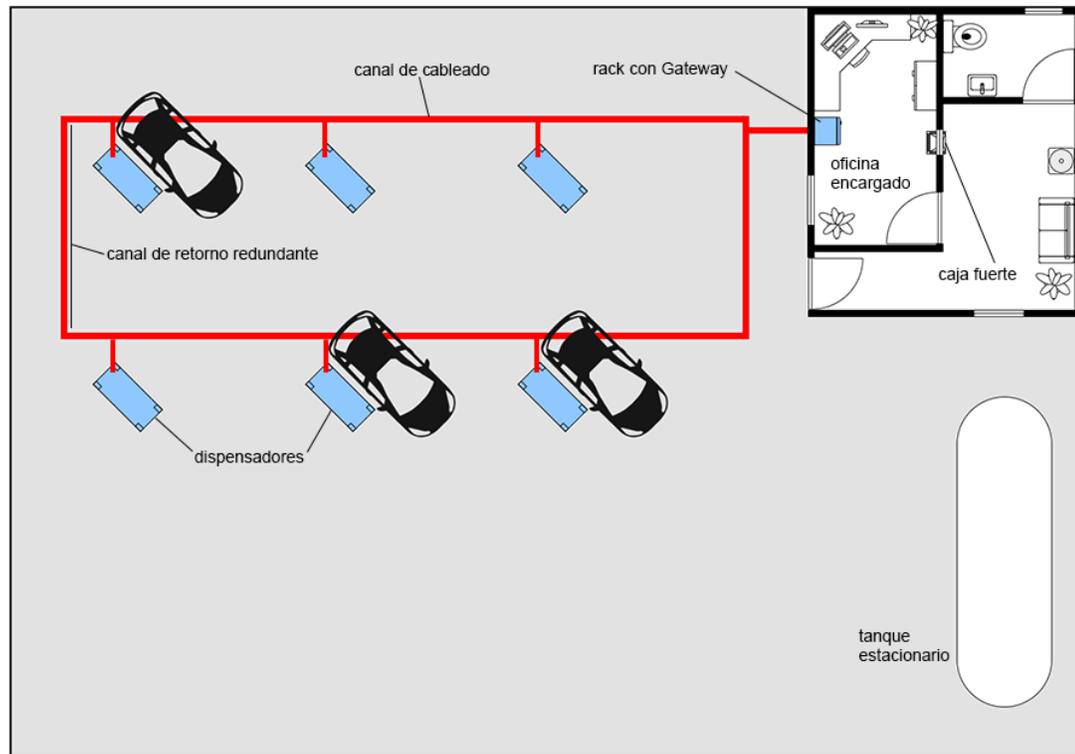


Figura 139. Vista de planta del cableado de una estación de GLP.
Fuente: Propia

Cabe destacar que, debido a los estándares de seguridad para la instalación de envasadoras GLP, la implementación de comunicación inalámbrica no es permitida. Es por ello que es necesario el acomodamiento para cablear los metros directamente con el Gateway.

6.3 Análisis financiero del proyecto

El análisis se puede definir como un proceso que comprende la recopilación, interpretación, comparación y estudio de los estados financieros y los datos operaciones de un negocio o proyecto con el objetivo de evaluar su viabilidad en

términos económicos. Asimismo, esta busca exponer información cuantitativa en términos financieros y operativos, para poder identificar por medio del análisis la viabilidad económica de un plan de negocio.

En ese sentido, el valor de una empresa es un concepto cuya comprensión resulta muy compleja en la vida práctica, pero se puede afirmar que indica el valor de mercado de cada acción o aporte social, y que, de alguna manera, a través del tiempo, el valor promedio de la acción refleja el éxito o fracaso de la gestión financiera.

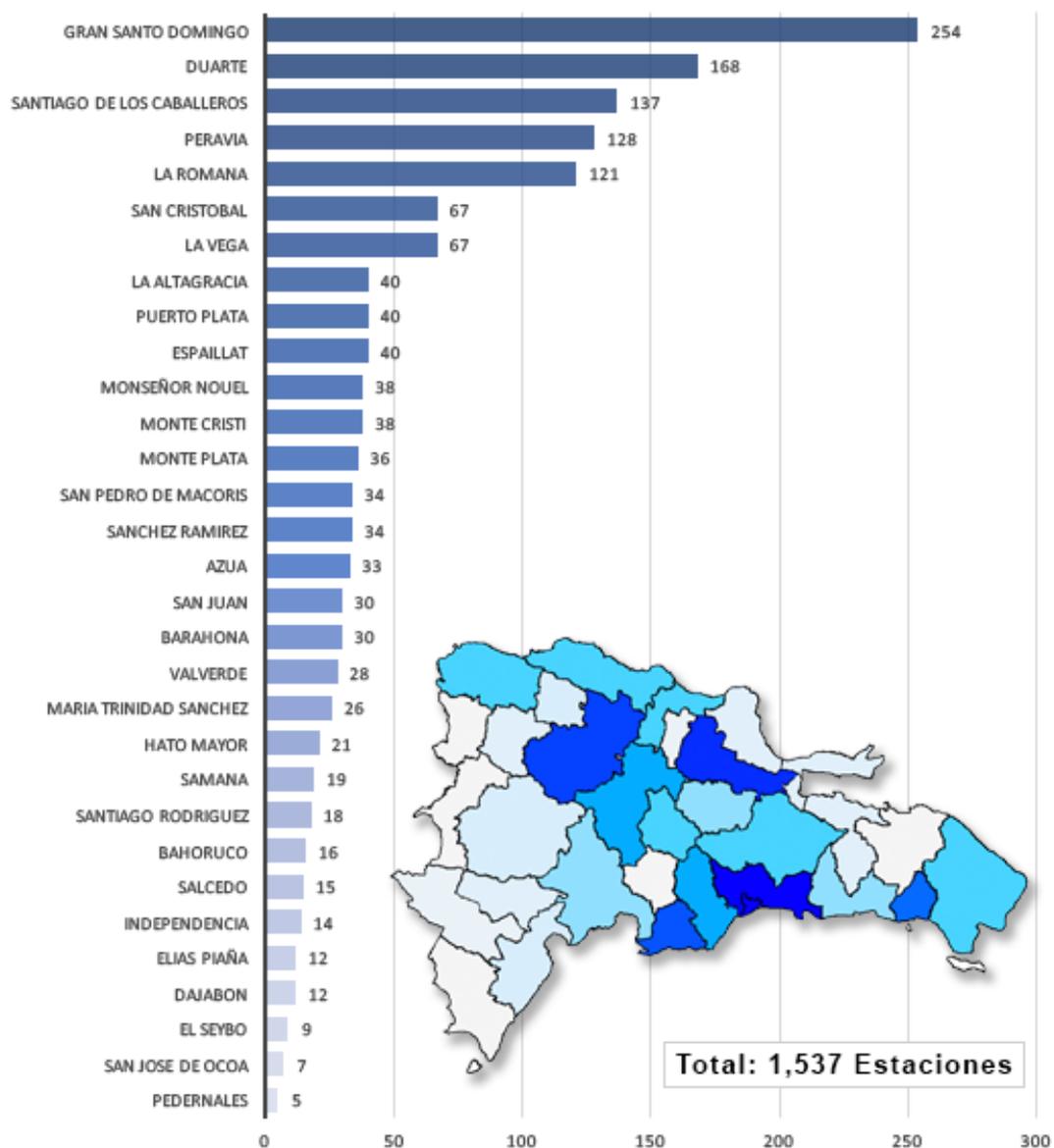
Parte del objetivo del proyecto es ofrecer al cliente una solución que le permita controlar eficientemente sus operaciones, aprovechando al máximo los beneficios de sus recursos, de modo que incrementen sus utilidades y disminuyan las pérdidas.

6.3.1 Estudio del mercado, nicho y demanda

En República Dominicana, ha experimentado un crecimiento exponencial en la industria de los hidrocarburos, específicamente las envasadoras de GLP. La cantidad de estaciones de servicio va en aumento, sobrepasando las 1,500 estaciones a la fecha.

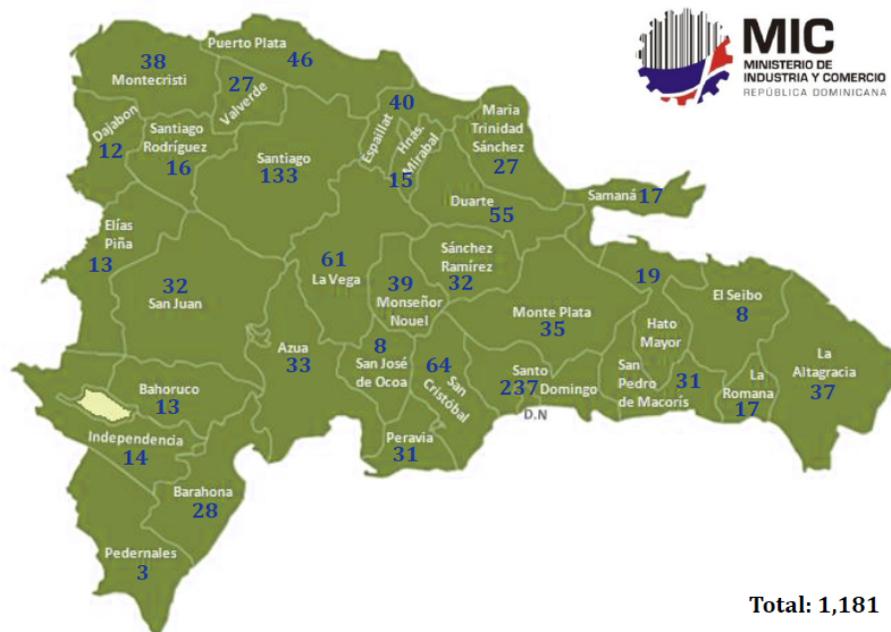
En periodos anteriores, específicamente en el año 2014, la cantidad total era de 964, según el Ministerio de Industria y Comercio. Esto es un claro indicador de que el mercado del GLP está en aumento debido a la alta demanda que hay.

Como se muestra en la gráfica de la *Figura 140*, existe una gran cantidad de estaciones distribuidas en toda la República Dominicana, principalmente en la cercanía de las dos provincias principales, Santiago de los Caballeros y el Gran Santo Domingo.



*Figura 140. Número de estaciones de GLP por provincia (2016).
Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Industria y Comercio R.D.*

También se puede evidenciar el incremento en número de las estaciones de dispendio de GLP cuando se compara con la gráfica emitida en el 2014 de la *Figura 141*, lo cual resulta en un incremento de un 30% o 356 estaciones durante dos años.



*Figura 141. Número de estaciones de GLP por provincia (2014).
Fuente: Ministerio de Industria y Comercio R.D.*

En ese sentido, es importante destacar que una gran parte de las estaciones de servicio existentes aun no tienen los requisitos técnicos necesarios para ser compatibles con la plataforma, sin embargo, dicha situación puede ser considerada para justificar de forma estratégica un cambio a favor de dichas empresas y así poder integrar la solución propuesta en esta tesis.

6.3.2 Propuesta de valor

La propuesta de valor son las características claves que hacen que el cliente elija un producto o servicio sobre la competencia. En ese sentido, el valor agregado o valor añadido es una característica única que ofrece un servicio o producto con el

objetivo aumentar su valor comercial y captar la atención del consumidor o cliente final; generalmente se trata de una característica no explotada por el competidor la cual expone una diferencia en el mercado.

Si el beneficio que aporta la propuesta de valor supera el costo que implica, entonces el proyecto demuestra viabilidad para la empresa adquirente.

En ese sentido, podemos mencionar diversos factores que hacen la plataforma GSD totalmente viable en términos de innovación:

- Capacidad de manejar varios productos de forma simultánea, sin importar el tipo.
- Cierre financiero de estación fuera de línea.
- Sincronización de operadores y transacciones centralizada.
- Control remoto centralizado de cada dispensador.
- Compatibilidad con dispensadores que implementan MODBUS.
- Control remoto local desde estación.
- Administración de accesos y permisos por usuario.
- Manejo y sincronización de operadores por estación.
- Configuración de RFID por operador.
- Control de válvulas de entrada y salida por tanque.
- Manejo de abastecimiento o transferencias por tanque y producto.
- Manejo de compras por tanque y producto.
- Sincronización de niveles de tanques automática.
- Actualización de fecha de cada metro de forma automática.
- Más de 50 tipos de alertas configurables para detección de irregularidades.

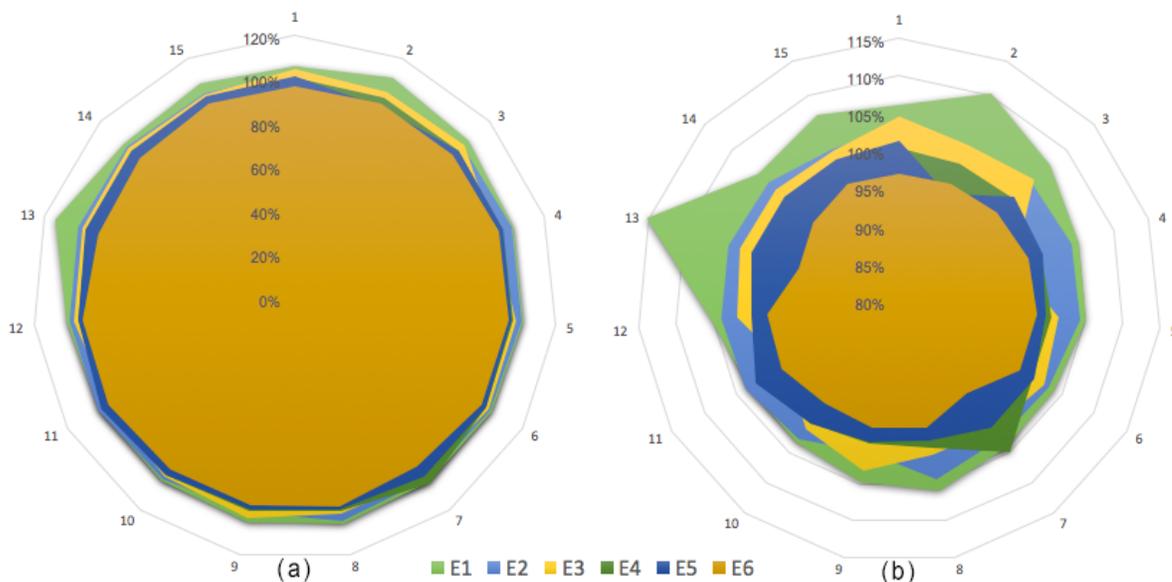
- Control de cambio de precio centralizado y automático.
- Vista de planta en tiempo de real de despachos en curso por estación.
- Soporte para dispensadores mecánicos o no electrónicos.
- Reportes de transacciones, eventos, cierres, transferencias y compras.
- Vista grafica de operaciones por día, mes y año.
- Manejo de renglones utilizados para clasificar las entradas del cierre.
- Manejo de vehículos.
- Actualización centralizada de versión a todas las estaciones.
- Reporte de cierre financiero extendido, con detalle por renglón y deltas.

En adición a estas características, se presentan 5 adicionales que se consideran el **valor añadido** que hace de esta plataforma única en el mercado. Asimismo, dichas funcionalidades tienen la capacidad de mejorar considerablemente las operaciones del cliente, minimizando pérdidas y añadiendo valor a la empresa.

6.3.2.1 Cierre financiero general por volumen corregido

Basado en un estudio realizado el cual contempla el resultado de 15 cierres financieros de 6 estaciones de GLP reales, indica que en promedio el porcentaje de eficiencia es de 100% en la mayoría de los casos, así como se muestra en la Figura 142. En ese sentido, en existen casos donde el promedio es de más de un 106%, lo cual es un valor conservador y consistente con un cierre el cual no considera la temperatura. Esto quiere decir, que es poco probable que una estación de GLP cumpla con exactamente el 100% de eficiencia debido a que existen factores como la temperatura que prometen un beneficio mayor o, en otras palabras, una eficiencia mayor.

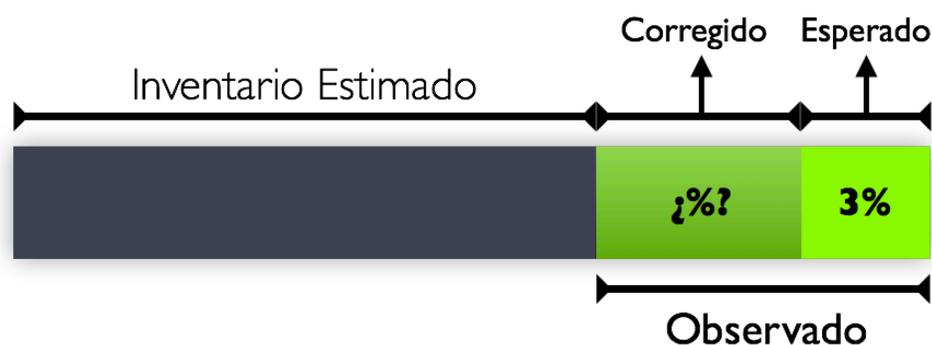
Tomando este dato punto de partida, se presume que las estaciones que reportan un 100% de eficiencia pueden estar reportando datos manipulados o erróneos.



Por ejemplo, en la *Figura 142* se presentan dos gráficas que analizan la misma información: la izquierda (a) presenta el rango completo desde 0% hasta 120%, mientras que la gráfica derecha (b) va desde 80% hasta 115%. Lo que exponen cada una de ellas es una comparación de la eficiencia, en términos porcentual, obtenida de 6 estaciones de GLP con datos provenientes de 15 cierres financieros aleatorios para cada caso. Como se puede observar, en la parte a aparentemente las eficiencias obtenidas en cada cierre financiero rondan el 100%, sin embargo, la parte b permite identificar con mayor facilidad que hay estaciones cuya eficiencia está por debajo del 100%, cuando en realidad deberían estar en el orden de 106% a 113% de eficiencia.

En ese sentido, el problema subyacente es el punto ciego que presenta la envasadora en términos de procesos a la hora de calcular los cierres financieros. Dicha vulnerabilidad permite la manipulación del inventario sin que la envasadora tenga real conocimiento de lo que está percibiendo por la temperatura, es decir, las estaciones tienen un margen de error amplio con el que operadores y transportistas pueden manipular el inventario diariamente para su beneficio personal; perjudicando la empresa mientras se pierden los recursos.

Es por ello que, como se visualiza en la *Figura 143*, es necesario estimar de manera precisa, tomando en cuenta la temperatura y densidad, la cantidad volumétrica cada vez que se recibe un camión cisterna y durante los despachos realizados en la estación; así se determina con exactitud cuánto fue el valor obtenido en base la temperatura durante las ventas realizadas.



*Figura 143. Estimación del volumen corregido.
Fuente: Propia*

En ese sentido, las plataformas actuales no tienen la capacidad de estimar el porcentaje volumétrico reflejado por los cambios en la temperatura ambiente, sin embargo, en el caso de la plataforma GSD, esta característica es parte del valor añadido propuesto en esta tesis.

6.3.2.2 Recepción de transferencias por volumen corregido

Esta característica permite estimar la cantidad exacta volumétrica que el camión cisterna debe transferir a su llegada. La plataforma GSD, permite al administrador gestionar de forma precisa cada transferencia de inventario, obligando al operador o encargado de cada estación, ingresar datos como la temperatura y la densidad del producto adquirido. Dicha información pasa por un algoritmo que se alimenta de una tabla de densidades estandarizada y certificada que permite estimar el volumen que debe ser transferido al tanque estacionario, tal como se explica en el subcapítulo 4.5.10

6.3.2.3 Vista de inventario estimado por tanque y camiones cisterna

Esta característica de la plataforma permite al usuario verificar el nivel porcentual de inventario por cada tanque asociado al sistema. Esto quiere decir que, de manera centralizada, el administrador tiene la capacidad de ver los niveles de los tanques, ya sean estacionarios o camiones cisterna.

6.3.2.4 Módulo de monitoreo centralizado en tiempo real

Debido a la falta de control y seguimiento asistido por sistemas informáticos que tienen las envasadoras de GLP en República Dominicana, esta característica es considerada uno de los activos principales de la plataforma GSD. Esta procura detectar anomalías en los procesos, fraudes, problemas técnicos, mal manejo de equipo, errores de hardware, problemas mecánicos, problemas de accesibilidad o falta de autorización en cada dispensador de cada estación asociada a la plataforma.

En ese sentido, las detenciones realizadas de forma automática, pueden ser visualizadas en pantallas físicas las cuales son vigiladas constantemente por un personal técnico capaz de ejecutar acciones correctivas en el mejor tiempo posible; permitiendo mayor disponibilidad de las operaciones en cada estación y fomentando la calidad en el servicio para con el cliente.

6.3.2.5 Seguimiento de casos y alertas basado en reglas predefinidas

Esta característica permite que el administrador del sistema defina un set de reglas que le indica a la plataforma cuáles son los eventos, alertas o situaciones irregulares que deben ser sometidos a evaluación por un personal humano. Este módulo facilita a un personal técnico especializado llevar el seguimiento de casos que se generan a partir de las reglas. Cada caso tiene un set de información asociada al problema tratado y, la persona responsable de darle seguimiento, tiene la capacidad de actualizar el estado de su caso por medio de entrada de observaciones, notas, recomendaciones y reasignación y competición del mismo.

Por lo general, este tipo de tareas en las envasadoras de GLP, es manualmente gestionada por un personal de monitoreo y rara vez son automatizadas o integradas directamente con los dispensadores electrónicos.

6.3.3 Envasadoras GLP prospectos

Durante el proceso de investigación, se obtuvo información, por medio del Ministerio de Industria y Comercio, de cuáles son las envasadoras que promedian mayor volumen de compras mensualmente. Dicho listado está basado en registros acumulados desde enero 2017 hasta abril 2017.

Empresa	Estaciones	Volumen Promedio General		Volumen Promedio por Estacion	
		Mensual	Diario	Mensual	Diario
PROPAGAS	98	7,930,991 gal	264,366 gal	80,928 gal	2,697 gal
TROPIGAS	95	7,728,102 gal	257,603 gal	81,348 gal	2,711 gal
CREDIGAS	48	2,725,616 gal	90,853 gal	56,783 gal	1,892 gal
GHTRADE	2	1,344,928 gal	44,830 gal	672,464 gal	22,415 gal
METROGAS	21	1,242,882 gal	41,429 gal	59,184 gal	1,972 gal
AFERMEGAS	13	1,409,690 gal	46,989 gal	108,437 gal	3,614 gal
OPTIMOGAS	2	497,710 gal	16,590 gal	248,855 gal	8,295 gal
ROJOGAS	2	384,559 gal	12,818 gal	192,279 gal	6,409 gal
SOLGAS	2	789,989 gal	26,332 gal	394,994 gal	13,166 gal
LUSERGAS	2	321,245 gal	10,708 gal	160,622 gal	5,354 gal

Tabla 13. Envasadoras potenciales a utilizar la solución.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Ministerio Industria y Comercio

De igual manera, se obtuvieron la cantidad de estaciones por cada prospecto y en base a estos datos, es posible estimar la cantidad aproximada de dispensadores y nivel de operatividad que tiene cada envasadora.

En ese sentido, como se observa en la *Tabla 13*, se substrajeron 10 de un listado de 92 envasadoras activas en República Dominicana con el objetivo de enfocar la oferta de la solución propuesta en esta tesis. Dicho listado expone las 10 envasadoras que más volumen despacha al año, promediado mensualmente. Cabe destacar que el origen del inventario de varias de estas empresas proviene, tanto de Coastal Petroleum Group, como de la Refinería Dominicana de Petróleo (REFIDOMSA).

La identificación temprana de las empresas principales que puedan aprovechar la solución expuesta en esta tesis es de vital prioridad, puesto que en el país existen más de 1,500 estaciones de GLP y más de 90 empresas distribuidoras y envasadoras de GLP República Dominicana.

6.3.4 Plan de gestión de costos

El Plan de Gestión de Costos es la herramienta utilizada por el equipo de proyectos de Nodrix para asegurar la viabilidad y cumplimiento en cuanto a los costos presupuestados en el proyecto. En ese sentido, el director del proyecto será responsable de la información asociada al costo del proyecto a lo largo de su duración, así como también, la gestión y control de cambios del mismo. También, parte de las tareas del director es revisar periódicamente el desempeño y estado del proyecto por medio de reuniones con la gerencia, y así, poder tomar decisiones proactivas que refuercen la viabilidad del proyecto durante su desarrollo.

El rendimiento se mide utilizando el valor ganado, el cual es un indicador donde el director del proyecto se responsabiliza de contabilizar las diversas desviaciones de costes que presenta el proyecto y buscar alternativas u opciones que procuren una variación dentro del presupuesto. El promotor del proyecto tiene la autoridad para realizar cambios en el proyecto para que vuelva dentro del presupuesto.

En ese sentido, el primer mes tendrá una carga intensa de gastos para poder equipar y preparar el entorno de trabajo adecuado con el que se llevará a cabo las actividades necesarias para el desarrollo del proyecto. Asimismo, luego del primer año, se incurrirán en gastos mínimos de mantenimiento, publicidad y control de cambios, estimando recuperar la inversión inicial y percibir beneficios.

6.3.4.1 Presupuesto del proyecto

El presupuesto de un proyecto es un plan de gastos durante un tiempo predeterminado, para determinar si el proyecto es viable o no en términos

operativos, es decir, este intenta estimar la cantidad de dinero requerida para cubrir gastos operacionales dentro de un proyecto.

En el caso de Nodrix, el presupuesto para el desarrollo de la plataforma GSD se basa en un personal limitado y concentrado en una localidad. Asimismo, para dicho presupuesto, se tomó en cuenta el promedio de la tasa de cambio del dólar durante el año 2016 y, como se presenta en la *Tabla 14*, proyectado con un 2.28% al 2017, resultando **DOP \$46.81** por cada USD \$1.00.

Variables	2015	2016	Variación Porcentual
Crecimiento Económico (Variación PIB real %)*	7.20%	7.40%	
Inflación (Variación IPC %)**	0.85%	0.36%	
Tasa de Cambio Promedio (US\$ 1.00 x RD\$)	44.75	45.77	2.28%
Tasa Desocupación Abierta (%)	6.00%	5.70%	
Inversión Extranjera Directa (Millones)	US\$ 1,010.60	1,091.90	8.04%
Exportaciones Nacionales (Millones)	US\$ 2,097.00	2,057.10	-1.90%
Exportaciones Zonas Francas (Millones)	US\$ 2,681.10	2,622.50	-2.19%
Crecimiento del Valor Agregado por Sectores			
-Manufactura Local	5.70%	6.00%	
-Zonas Francas	5.80%	-0.60%	
Servicios, de los cuales:			
-Comercio	8.20%	6.20%	
-Transporte y Almacenamiento	6.40%	5.10%	
-Construcción	19.40%	17.70%	
Prestamos al Sector Privado (Millones) de los cuales:			
-Comercio	RD\$ 122,345.60	148,163.00	21.10%
-Construcción	RD\$ 59,905.10	70,576.10	17.81%
-Manufactura	RD\$ 48,723.60	52,217.40	7.17%
-Microempresas	RD\$ 20,429.40	23,254.50	13.83%

Tabla 14. Resultados preliminares de la economía dominicana (2016)
Fuente: Banco Central de la República Dominicana.

Los costos asociados a este proyecto serán administrados a lo largo de su vida y las Cuentas de Control (CA) serán establecidas para llevar seguimiento de los costos. Asimismo, los cálculos del Valor Ganado para la CA pretenden medir y gestionar el rendimiento financiero del proyecto. También, los costos serán

redondeadas a la moneda en dólares y los trabajos redondeadas a la hora más próxima.

Básicamente, el plan formulado para procurar la viabilidad del proyecto consiste en un primer año de desarrollo y pruebas, el cual contiene la mayor parte de la inversión, y posteriormente el mantenimiento perpetuo. Este mantenimiento, incluye gastos en publicidad, servicio al cliente, ventas y un equipo técnico limitado para el correcto mantenimiento de la plataforma.

Como se ve en la *Tabla 15*, el presupuesto para las actividades principales de desarrollo fue particionado en varias categorías las cuales agrupan un detalle compuesto de gastos y compras a lo largo del primer año de desarrollo. En ese sentido, el mayor porcentaje de los gastos se encuentra en el pago de nómina a la fuerza laboral o capital humano de desarrollo, siguiéndole a este la categoría de equipos cómputos.

Categoría	Monto USD	Monto DOP	Porcentaje
Oficina	11,340.00	530,825.40	7.28%
Equipos cómputos	21,360.00	999,861.60	13.71%
Mobiliario	8,390.00	392,735.90	5.39%
Desarrollo (Fuerza Laboral)	100,150.00	4,688,021.50	64.30%
Licenciamiento	4,620.00	216,262.20	2.97%
Mercadeo (Fuerza Laboral)	9,900.00	463,419.00	6.36%
Totales	155,760.00	7,291,125.60	100%

*Tabla 15. Presupuesto (actividades mayores) del primer año de desarrollo.
Tasa: 46.81 pesos (DOP) por dólar (USD).
Fuente: Propia*

De igual manera, como se presenta en la *Tabla 16*, se ha incluido un presupuesto que estima los gastos recurrentes de forma anual para dar cabida al mantenimiento de la plataforma, luego de su puesta en marcha.

Categoría	Monto USD	Monto DOP	Porcentaje
Oficina	11,340.00	530,825.40	9.86%
Mantenimiento (Fuerza Laboral)	52,200.00	2,443,482.00	45.40%
Licenciamiento	2,770.00	129,663.70	2.41%
Despliegue (Fuerza Laboral)	26,160.00	1,224,549.60	22.75%
Mercadeo (Fuerza Laboral)	22,500.00	1,053,225.00	19.57%
Totales	114,970.00	5,381,745.70	100%

*Tabla 16. Presupuesto (actividades mayores) de mantenimiento anual.
Tasa: 46.81 pesos (DOP) por dólar (USD).
Fuente: Propia*

Cabe destacar que, a diferencia del presupuesto de desarrollo, este no considera los gastos de mobiliario ni los equipos necesarios ya que estos son adquiridos desde el inicio, sin embargo, en este sí se incluyen los gastos de mantenimiento, captación y capacitación constante de nuevos clientes y la fuerza laboral para el despliegue de nuevas instalaciones realizadas en estaciones de servicio de GLP.

Finalmente, en las gráficas presentadas en la *Figura 144* y *Figura 145* se expone la distribución general del presupuesto, tanto para el año de desarrollo como para los años subsiguientes de mantenimiento, donde claramente se puede apreciar que la mayor parte de la inversión se encuentra en el capital humano o fuerza laboral.

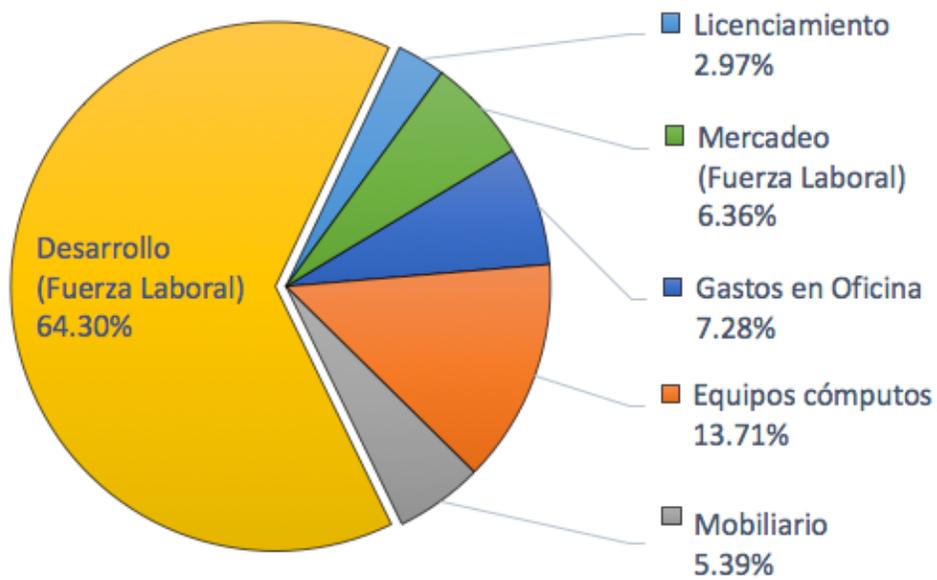


Figura 144. Distribución del presupuesto de desarrollo.
Fuente: Propia

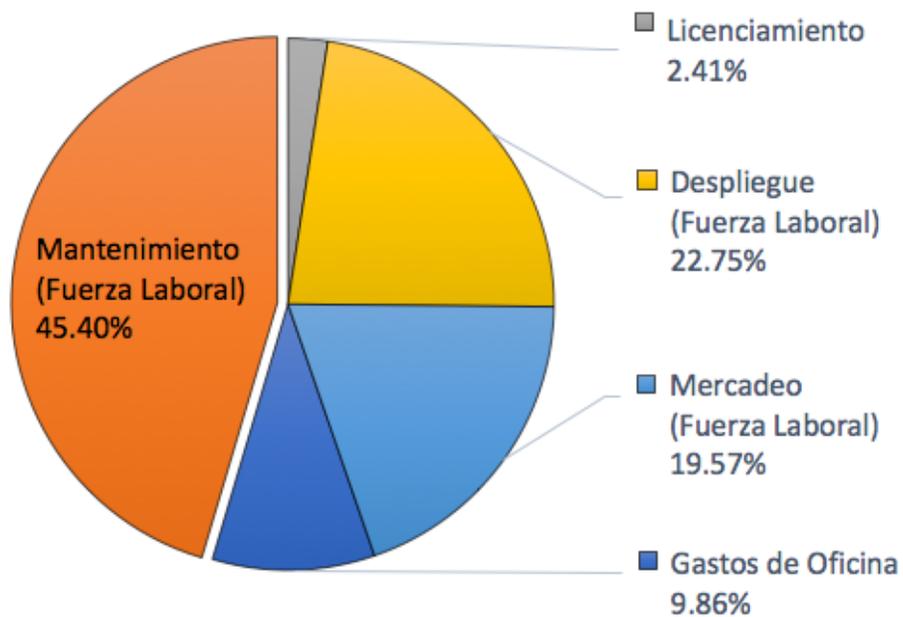


Figura 145. Distribución del presupuesto de mantenimiento.
Fuente: Propia

6.3.4.2 Detalle del presupuesto

El presupuesto estimado que indica las compras de activos y gastos relacionados con el desarrollo del proyecto, está clasificado en varias etapas o subcategorías para su mayor entendimiento. Cabe destacar que varios de los gastos mensuales están estipulados en base a un periodo de tiempo finito, es decir que, el tiempo de actividad en el proyecto puede variar.

Gasto	Dolares (USD)		Pesos (DOP)		Porcentaje
	Mensualidad	Monto Anual	Mensualidad	Monto Anual	
Alquiler inmueble	310.00	3,720.00	14,511.10	174,133.20	33%
Material gastable	45.00	540.00	2,106.45	25,277.40	5%
Servicio de energía eléctrica	130.00	1,560.00	6,085.30	73,023.60	14%
Servicio de internet	80.00	960.00	3,744.80	44,937.60	8%
Servicio de telefonía	45.00	540.00	2,106.45	25,277.40	5%
Servicios del ayuntamiento	35.00	420.00	1,638.35	19,660.20	4%
Imprevistos	300.00	3,600.00	14,043.00	168,516.00	32%
Total	945.00	11,340.00	44,235.45	530,825.40	100%

Tabla 17. Detalle del presupuesto para gastos de la oficina.
Fuente: Propia

Los gastos que tienen que ver con la oficina se estiman que serán **\$530,825.40 DOP** anual, esto incluye los servicios necesarios para procurar un ambiente de trabajo favorable, incluyendo materiales gastables, el pago de alquiler del inmueble y un 32% del presupuesto en este renglón dedicado exclusivamente para imprevistos.

En ese sentido, la inversión inicial requerida para acondicionar el espacio de trabajo y desarrollo, es de **\$1,392,597.50 DOP**. Este monto incluye las compras expuestas en la *Tabla 18*, con las que el personal humano podrá realizar sus actividades y cumplir con los objetivos expuestos en la solución de esta tesis.

		Dolares (USD)		Pesos (DOP)			
Activo	Cantidad	Costo	Subtotal	Costo	Subtotal	Porcentaje	
Equipos cómputos	Periféricos	6	20.00	120.00	936.20	5,617.20	0.4%
	Computador portátil	4	1,200.00	4,800.00	56,172.00	224,688.00	16.1%
	Computador de escritorio	6	780.00	4,680.00	36,511.80	219,070.80	15.7%
	Monitor	10	180.00	1,800.00	8,425.80	84,258.00	6.1%
	Servidor de prueba	2	1,500.00	3,000.00	70,215.00	140,430.00	10.1%
	Dispensador de prueba	2	2,500.00	5,000.00	117,025.00	234,050.00	16.8%
	Enrutador inalámbrico	2	130.00	260.00	6,085.30	12,170.60	0.9%
	Switch	1	50.00	50.00	2,340.50	2,340.50	0.2%
	Proyector	1	800.00	800.00	37,448.00	37,448.00	2.7%
	Impresora	1	350.00	350.00	16,383.50	16,383.50	1.2%
	Otros	1	500.00	500.00	23,405.00	23,405.00	1.7%
	Mobiliario	Inversor 1500W	1	200.00	200.00	9,362.00	9,362.00
Escritorio		10	280.00	2,800.00	13,106.80	131,068.00	9.4%
Batería 12v		8	150.00	1,200.00	7,021.50	56,172.00	4.0%
Cableado		1	500.00	500.00	23,405.00	23,405.00	1.7%
Pizarra		3	30.00	90.00	1,404.30	4,212.90	0.3%
Asiento		10	180.00	1,800.00	8,425.80	84,258.00	6.1%
Estantería		3	500.00	1,500.00	23,405.00	70,215.00	5.0%
Misceláneos		1	300.00	300.00	14,043.00	14,043.00	1.0%
Total			29,750.00		1,392,597.50	100%	

Tabla 18. Detalle del presupuesto para compras de equipos cómputos y mobiliario.
Fuente: Propia.

De igual manera, el presupuesto contempla los gastos de nómina para los distintos grupos de trabajo. En cada uno, la nómina está basada en el código laboral de República Dominicana que considera los siguientes aportes sobre el sueldo base:

- 7.09% a las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP)
- 7.10% a la Superintendencia de Salud (SFS)
- 6.00% de Riesgo Laboral (RL)
- Proporción al salario de navidad

Dichos aportes son extraídos del salario base de acuerdo a las normas establecidas por el código laboral de República Dominicana y los valores finales están sujetos a cambios dependiendo el pasivo laboral que aplique en base al contrato firmado por el empleado.

En ese sentido, como se presenta en la *Tabla 19*, se detalla el pago mensual que recibirán los distintos puestos de trabajo o personal, representando este renglón, la fuerza laboral humana que dedicara al menos 8 horas al día para cumplir con sus entregables. Este detalle representa los gastos en nómina para el personal de desarrollo.

Gasto (Fuerza Laboral)	Personal	Meses	Compensación y beneficio mensual (DOP)					Subtotal	Total	Porcentaje
			Sueldo	AFP	SFS	RL	SN			
Arquitectura	1	3	61,256.97	4,343.12	4,349.25	3,675.42	15,314.24	88,939.00	266,817.00	25.9%
Análisis de Negocio	1	3	35,464.56	2,514.44	2,517.98	2,127.87	8,866.14	51,491.00	154,473.00	15.0%
Analista y Tester	2	11	25,409.40	1,801.53	1,804.07	1,524.56	23,291.95	53,831.50	1,184,293.00	15.6%
Programación	3	11	29,828.42	2,114.84	2,117.82	1,789.71	27,342.72	63,193.50	2,085,385.50	18.4%
Asesoría Técnica	1	12	20,195.97	1,431.89	1,433.91	1,211.76	20,195.97	44,469.50	533,634.00	12.9%
Diseño Grafico	1	11	19,885.61	1,409.89	1,411.88	1,193.14	18,228.48	42,129.00	463,419.00	12.2%
Total								344,053.50	4,688,021.50	100%

Tabla 19. Detalle del presupuesto para gastos en diseño y desarrollo.
Fuente: Propia

Por otro lado, en la *Tabla 20* y *Tabla 21*, se detalla el presupuesto para gastos en mercadeo y publicidad, tanto para el período de desarrollo como para el de mantenimiento; respectivamente.

Gasto (Fuerza Laboral)	Personal	Meses	Compensación y beneficio mensual (DOP)					Subtotal	Total	Porcentaje
			Sueldo	AFP	SFS	RL	SN			
Publicidad	1	6	12,377.05	877.53	878.77	742.62	6,188.52	21,064.50	126,387.00	27.3%
Ventas	1	6	16,502.73	1,170.04	1,171.69	990.16	8,251.37	28,086.00	168,516.00	36.4%
Administrador de medios	1	6	16,502.73	1,170.04	1,171.69	990.16	8,251.37	28,086.00	168,516.00	36.4%
Total								77,236.50	463,419.00	100%

Tabla 20. Detalle del presupuesto en gastos para mercadeo durante desarrollo.
Fuente: Propia

Gasto (Fuerza Laboral)	Personal	Meses	Compensación y beneficio mensual (DOP)					Subtotal	Total	Porcentaje
			Sueldo	AFP	SFS	RL	SN			
Publicidad	1	12	9,566.51	678.27	679.22	573.99	9,566.51	21,064.50	252,774.00	21.4%
Ventas	1	12	12,755.35	904.35	905.63	765.32	12,755.35	28,086.00	337,032.00	28.6%
Capacitación	1	6	12,377.05	877.53	878.77	742.62	6,188.52	21,064.50	126,387.00	21.4%
Administrador de medios	1	12	12,755.35	904.35	905.63	765.32	12,755.35	28,086.00	337,032.00	28.6%
Total								98,301.00	1,053,225.00	100%

Tabla 21. Detalle del presupuesto para gastos en mercadeo durante mantenimiento.
Fuente: Propia

Dicha fuerza laboral tiene la finalidad de captar nuevos clientes utilizando el listado de prospectos inicial y las técnicas de mercadeo digital, así como también, dar seguimiento al proceso de venta con el objetivo de cerrar ordenes de servicio e incrementar la cartera de clientes y licencias activas.

De igual manera, el detalle del presupuesto presentado en la *Tabla 22* y *Tabla 23*, están estipulados para proveer del equipo humano necesario para procurar el mantenimiento técnico, asegurar la gestión básica de cambios y dar seguimiento a los procesos de despliegue en aquellas estaciones de servicio de GLP que adquieran la plataforma.

Gasto (Fuerza Laboral)	Personal	Meses	Compensación y beneficio mensual (DOP)					Subtotal	Total	Porcentaje
			Sueldo	AFP	SFS	RL	SN			
Analista y Tester	1	12	24,447.75	1,733.35	1,735.79	1,466.86	24,447.75	53,831.50	645,978.00	26.4%
Programación	1	12	28,699.53	2,034.80	2,037.67	1,721.97	28,699.53	63,193.50	758,322.00	31.0%
Asesoría Técnica	1	12	20,195.97	1,431.89	1,433.91	1,211.76	20,195.97	44,469.50	533,634.00	21.8%
Diseño Gráfico	1	12	19,133.02	1,356.53	1,358.44	1,147.98	19,133.02	42,129.00	505,548.00	20.7%
Total								203,623.50	2,443,482.00	100%

*Tabla 22. Detalle del presupuesto para gastos en mantenimiento de la plataforma.
Fuente: Propia*

Gasto (Fuerza Laboral)	Personal	Meses	Compensación y beneficio mensual (DOP)					Subtotal	Total	Porcentaje
			Sueldo	AFP	SFS	RL	SN			
Soporte Técnico	2	12	11,479.81	813.92	815.07	688.79	11,479.81	25,277.40	606,657.60	32.9%
Administrador de Sistema	1	12	13,818.29	979.72	981.10	829.10	13,818.29	30,426.50	365,118.00	39.6%
Transporte	1	12	9,566.51	678.27	679.22	573.99	9,566.51	21,064.50	252,774.00	27.4%
Total								76,768.40	1,224,549.60	100%

*Tabla 23. Detalle del presupuesto para gastos en procesos de despliegue de la plataforma.
Fuente: Propia*

Finalmente, como se muestra en la *Tabla 24*, parte del presupuesto, tanto para el primer año de desarrollo, como para los años subsiguientes de mantenimiento, está dedicado al pago de servicios en la nube y licencias de herramientas requeridas para llevar a cabo las actividades por parte del personal de desarrollo y diseño.

Gasto	Unidad	Meses	Dolares (USD)		Pesos (DOP)		Porcentaje
			Costo	Subtotal	Costo	Subtotal	
Licencia Visual Studio	3	1	400.00	1,200.00	18,724.00	56,172.00	26.0%
Visual Studio Team Services	1	12	30.00	360.00	1,404.30	16,851.60	7.8%
Licencia Windows	10	1	150.00	1,500.00	7,021.50	70,215.00	32.5%
Servidor dedicado en la nube	1	12	130.00	1,560.00	6,085.30	73,023.60	33.8%
Total				4,620.00		216,262.20	100%

Tabla 24. Detalle del presupuesto para gastos en licenciamiento durante desarrollo y mantenimiento.
Fuente: Propia

6.3.4.3 Resumen de presupuesto

En resumen, el presupuesto del proyecto está dividido en dos etapas: el primer año de desarrollo, el cual estima un gasto general de **\$ 7,291,125.60 DOP** y el gasto general anual de mantenimiento, el cual se estima que sea de **\$ 5,381,745.7 DOP**. En ese sentido, el gasto de mantenimiento es **27%** inferior de la inversión del primer año dedicado al desarrollo.

	Oficina	Equipos	Mobiliario	Desarrollo	Licencias	Mercadeo	Total USD	Total DOP	Porcentaje
Enero	945.00	21,360.00	8,390.00	3,950.00	2,860.00	-	37,505.00	1,755,609.05	24.1%
Febrero	945.00	-	-	11,200.00	160.00	-	12,305.00	575,997.05	7.9%
Marzo	945.00	-	-	11,200.00	160.00	-	12,305.00	575,997.05	7.9%
Abril	945.00	-	-	8,200.00	160.00	-	9,305.00	435,567.05	6.0%
Mayo	945.00	-	-	8,200.00	160.00	-	9,305.00	435,567.05	6.0%
Junio	945.00	-	-	8,200.00	160.00	-	9,305.00	435,567.05	6.0%
Julio	945.00	-	-	8,200.00	160.00	1,650.00	10,955.00	512,803.55	7.0%
Agosto	945.00	-	-	8,200.00	160.00	1,650.00	10,955.00	512,803.55	7.0%
Septiembre	945.00	-	-	8,200.00	160.00	1,650.00	10,955.00	512,803.55	7.0%
Octubre	945.00	-	-	8,200.00	160.00	1,650.00	10,955.00	512,803.55	7.0%
Noviembre	945.00	-	-	8,200.00	160.00	1,650.00	10,955.00	512,803.55	7.0%
Diciembre	945.00	-	-	8,200.00	160.00	1,650.00	10,955.00	512,803.55	7.0%
Total USD	11,340.00	21,360.00	8,390.00	100,150.00	4,620.00	9,900.00	155,760.00	7,291,125.60	100.0%
Total DOP	530,825.40	999,861.60	392,735.90	4,688,021.50	216,262.20	463,419.00	7,291,125.60		
Porcentaje	7.3%	13.7%	5.4%	64.3%	3.0%	6.4%	100.0%		

Tabla 25. Resumen de presupuesto para desarrollo del proyecto.
Fuente: Propia

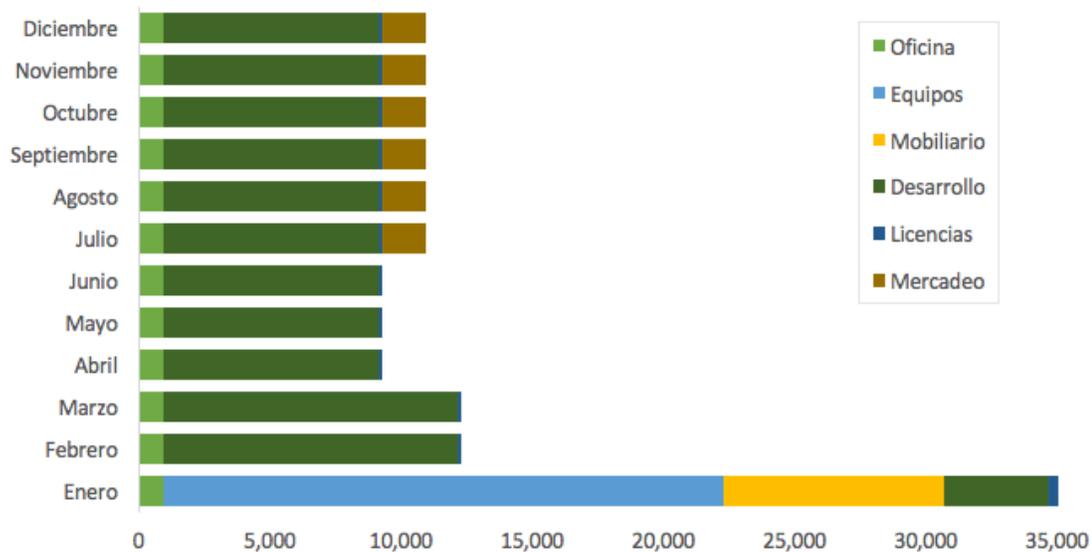


Figura 146. Distribución de gastos mensuales durante el año de desarrollo del proyecto
Fuente: Propia

Como se observa en la *Tabla 26*, la mayor parte de los gastos en mantenimiento a lo largo de cada año se encuentran en la nómina mensual del personal técnico. Asimismo, se puede apreciar que los gastos en el renglón de mercadeo varían mes tras mes; esto se debe al programa de capacitación que es impartido cada dos meses.

	Oficina	Mantenimiento	Licencias	Despliegue	Mercadeo	Total USD	Total DOP	Porcentaje
Enero	945.00	4,350.00	1,010.00	2,180.00	2,100.00	10,585.00	495,483.85	9.2%
Febrero	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	1,650.00	9,285.00	434,630.85	8.1%
Marzo	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	2,100.00	9,735.00	455,695.35	8.5%
Abril	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	1,650.00	9,285.00	434,630.85	8.1%
Mayo	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	2,100.00	9,735.00	455,695.35	8.5%
Junio	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	1,650.00	9,285.00	434,630.85	8.1%
Julio	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	2,100.00	9,735.00	455,695.35	8.5%
Agosto	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	1,650.00	9,285.00	434,630.85	8.1%
Septiembre	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	2,100.00	9,735.00	455,695.35	8.5%
Octubre	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	1,650.00	9,285.00	434,630.85	8.1%
Noviembre	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	2,100.00	9,735.00	455,695.35	8.5%
Diciembre	945.00	4,350.00	160.00	2,180.00	1,650.00	9,285.00	434,630.85	8.1%
Total USD	11,340.00	52,200.00	2,770.00	26,160.00	22,500.00	114,970.00	5,381,745.70	100.0%
Total DOP	530,825.40	2,443,482.00	129,663.70	1,224,549.60	1,053,225.00	5,381,745.70		
Porcentaje	9.9%	45.4%	2.4%	22.8%	19.6%	100.0%		

Tabla 26. Resumen del presupuesto para mantenimiento anual de la plataforma.
Fuente: Propia

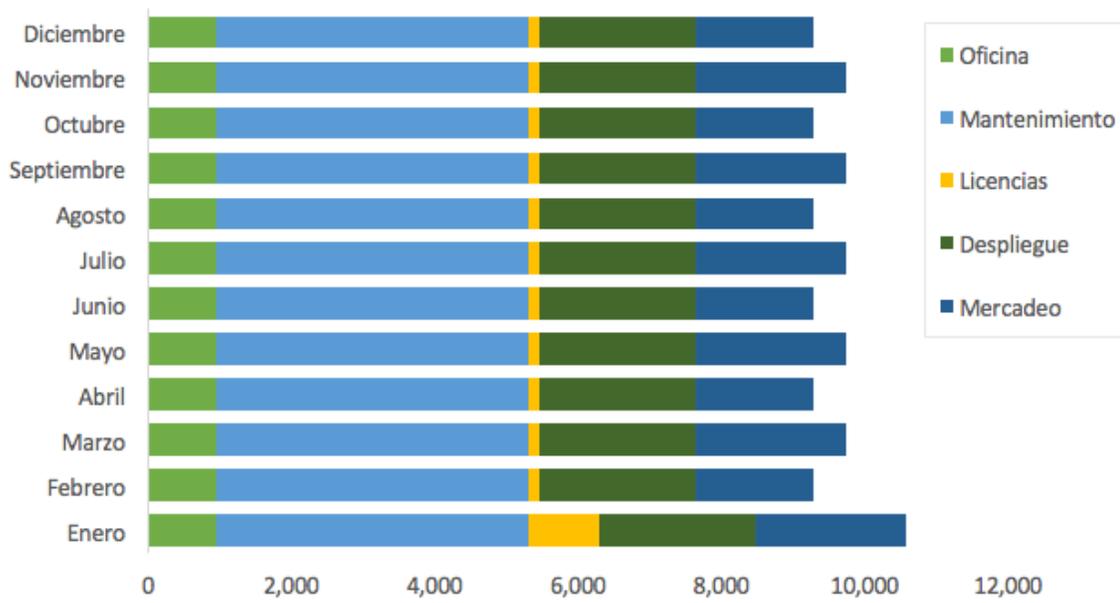


Figura 147. Distribución de gastos mensuales durante los años de mantenimiento del proyecto
Fuente: Propia

6.3.5 Rentabilidad de la plataforma GSD

La rentabilidad de un proyecto es una medida que indica que tan viable es un proyecto en términos económicos, es decir, es una métrica utilizada para decidir si es factible inicializar el proceso de desarrollo de un proyecto o comprar entre dos o más proyectos para poder tomar el más viable. En todo caso, existen factores análogos o no tangibles que deben considerarse a la hora de tomar una decisión como, por ejemplo:

- Tendencia en el mercado, nicho y la demanda
- Capacidad de producción y almacenaje
- Disponibilidad y costo de los recursos
- Los límites legales y la carga impositiva presentes en el país
- Las alternativas existentes y la competencia

En ese sentido, existen diversas técnicas para medir la viabilidad o rentabilidad de un proyecto. Una de ellas consiste en la evaluación del índice de rentabilidad en base a los ingresos, es decir, mide la relación entre el importe de las ventas y los gastos que contribuyeron con la realización del servicio. Esa relación se debe al costo marginal de la venta y no considera la amortización, impuestos ni los intereses de los financiamientos.

En el caso del proyecto presentado en esta tesis, la fórmula utilizada para calcular la rentabilidad mensual y anual fue:

$$\text{Rentabilidad} = 1 - \frac{\text{Gastos}}{\text{Ingresos}} \times 100$$

En la siguiente tabla se presentan los movimientos mensuales durante el primer año de desarrollo y los siguientes 3 años de mantenimiento, donde se puede apreciar los ingresos, activos, gastos, inversiones y utilidad percibida cada mes. Cabe aclarar que el presupuesto presentado en este trabajo no toma en consideración aspectos como la inflación o variables externas que representen la incertidumbre general de República Dominicana, ya que solo se trata de exponer un estimado independientemente del país en el cual se aplique el proyecto.

	Mes	Licencias	Precio		Ingresos	Activos	Gastos	Inversión	Utilidad	Rentabilidad	
			USD	DOP						Annual	Mensual
Desarrollo - Año 1	1	0	0.00	-	-	1,392,597.50	(363,011.55)	1,755,609.05	-	-	-
	2	0	0.00	-	-	-	(575,997.05)	575,997.05	-	-	-
	3	0	0.00	-	-	-	(575,997.05)	575,997.05	-	-	-
	4	0	0.00	-	-	-	(435,567.05)	435,567.05	-	-	-
	5	0	0.00	-	-	-	(435,567.05)	435,567.05	-	-	-
	6	0	0.00	-	-	-	(435,567.05)	435,567.05	-	-	-
	7	0	0.00	-	-	-	(512,803.55)	512,803.55	-	-	-
	8	0	0.00	-	-	-	(512,803.55)	512,803.55	-	-	-
	9	0	0.00	-	-	-	(412,162.05)	412,162.05	-	-	-
	10	0	0.00	-	-	-	(512,803.55)	512,803.55	-	-	-
	11	0	0.00	-	-	-	(512,803.55)	512,803.55	-	-	-
	12	0	0.00	-	-	-	(512,803.55)	512,803.55	-	-	-
Mantenimiento - Año 2	13	1	480.00	22,468.80	22,468.80	-	(495,483.85)	473,015.05	-	-	-2105%
	14	1	480.00	22,468.80	22,468.80	-	(434,630.85)	412,162.05	-	-	-1834%
	15	2	480.00	22,468.80	44,937.60	-	(455,695.35)	410,757.75	-	-	-914%
	16	2	480.00	22,468.80	44,937.60	-	(434,630.85)	389,693.25	-	-	-867%
	17	3	480.00	22,468.80	67,406.40	-	(455,695.35)	388,288.95	-	-	-576%
	18	3	480.00	22,468.80	67,406.40	-	(434,630.85)	367,224.45	-	-	-545%
	19	4	480.00	22,468.80	89,875.20	-	(455,695.35)	365,820.15	-	-	-407%
	20	5	480.00	22,468.80	112,344.00	-	(434,630.85)	322,286.85	-	-	-287%
	21	6	480.00	22,468.80	134,812.80	-	(455,695.35)	320,882.55	-	-	-238%
	22	7	450.00	21,064.50	147,451.50	-	(434,630.85)	287,179.35	-	-	-195%
	23	8	450.00	21,064.50	168,516.00	-	(455,695.35)	287,179.35	-	-	-170%
	24	9	450.00	21,064.50	189,580.50	-	(434,630.85)	245,050.35	-	-383.9%	-129%
Mantenimiento - Año 3	25	10	450.00	21,064.50	210,645.00	-	(495,483.85)	284,838.85	-	-	-135%
	26	12	450.00	21,064.50	252,774.00	-	(434,630.85)	181,856.85	-	-	-72%
	27	14	450.00	21,064.50	294,903.00	-	(455,695.35)	160,792.35	-	-	-55%
	28	18	450.00	21,064.50	379,161.00	-	(434,630.85)	55,469.85	-	-	-15%
	29	22	450.00	21,064.50	463,419.00	-	(455,695.35)	-	7,723.65	-	2%
	30	26	420.00	19,660.20	511,165.20	-	(434,630.85)	-	76,534.35	-	15%
	31	30	420.00	19,660.20	589,806.00	-	(455,695.35)	-	134,110.65	-	23%
	32	34	420.00	19,660.20	668,446.80	-	(434,630.85)	-	233,815.95	-	35%
	33	38	420.00	19,660.20	747,087.60	-	(455,695.35)	-	291,392.25	-	39%
	34	42	420.00	19,660.20	825,728.40	-	(434,630.85)	-	391,097.55	-	47%
	35	46	420.00	19,660.20	904,369.20	-	(455,695.35)	-	448,673.85	-	50%
	36	50	420.00	19,660.20	983,010.00	-	(434,630.85)	-	548,379.15	21.2%	56%
Mantenimiento - Año 4	37	54	420.00	19,660.20	1,061,650.80	-	(495,483.85)	-	566,166.95	-	53%
	38	58	420.00	19,660.20	1,140,291.60	-	(434,630.85)	-	705,660.75	-	62%
	39	62	420.00	19,660.20	1,218,932.40	-	(455,695.35)	-	763,237.05	-	63%
	40	66	420.00	19,660.20	1,297,573.20	-	(434,630.85)	-	862,942.35	-	67%
	41	70	420.00	19,660.20	1,376,214.00	-	(455,695.35)	-	920,518.65	-	67%
	42	74	420.00	19,660.20	1,454,854.80	-	(434,630.85)	-	1,020,223.95	-	70%
	43	78	420.00	19,660.20	1,533,495.60	-	(455,695.35)	-	1,077,800.25	-	70%
	44	82	420.00	19,660.20	1,612,136.40	-	(434,630.85)	-	1,177,505.55	-	73%
	45	86	420.00	19,660.20	1,690,777.20	-	(455,695.35)	-	1,235,081.85	-	73%
	46	90	420.00	19,660.20	1,769,418.00	-	(434,630.85)	-	1,334,787.15	-	75%
	47	94	420.00	19,660.20	1,848,058.80	-	(455,695.35)	-	1,392,363.45	-	75%
	48	98	420.00	19,660.20	1,926,699.60	-	(434,630.85)	-	1,492,068.75	70.0%	77%
Totales					25,872,823.20	1,392,597.50	(21,943,123.70)	12,142,982.10	14,680,084.10		

Tabla 27. Rentabilidad económica desde el punto de vista de Nodrix.
Fuente: Propia

Durante el primer año, solo hay gastos de desarrollo y compra de activos, es decir, la empresa no tiene entradas por venta; ningún tipo de ingreso. En ese caso, los inversionistas deben suplir capital con el objetivo de cubrir dichos gastos. Luego, en el segundo año comienza el proceso de mantenimiento, en el cual un equipo de

ventas hace las gestiones necesarias para incluir nuevos clientes. En ese mismo tenor, el equipo de despliegue y mantenimiento tienen la tarea de instalar la plataforma y procurar su correcto funcionamiento, respectivamente.

A pesar que el segundo año no genera beneficios, se estima una venta cada dos meses durante 6 meses y luego una venta mensual hasta finalizar dicho año; prometiendo la cobertura parcial de los gastos de nómina y operacionales.

Posteriormente, ya en el tercer año, se estiman ventas de hasta 2 licencias mensuales, lo cual incrementa gradualmente los ingresos, permitiendo así, la cobertura total de los gastos a partir del mes 29 (la primera fila amarilla) donde el beneficio en dicho mes es de un 2% respecto a los gastos.

	Ingresos	Activos	Gastos	Inversión	Utilidad	Rentabilidad
Año 1	-	1,392,597.50	5,797,886.60	7,190,484.10	-	-
Año 2		-	5,381,745.70	4,269,540.10	-	-383.9%
Año 3	6,830,515.20	-	5,381,745.70	682,957.90	2,131,727.40	21.2%
Año 4	17,930,102.40	-	5,381,745.70	-	12,548,356.70	70.0%
	24,760,617.60	1,392,597.50	21,943,123.70	12,142,982.10	14,680,084.10	59.3%

*Tabla 28. Resumen de rentabilidad anual del proyecto.
Fuente: Propia*

Finalmente, el último año presenta beneficios en cada mes, permitiendo la recuperación total de toda la inversión realizada exactamente en el mes 47 (final del 4to año). En este punto, las utilidades son beneficios netos obtenidos por parte de la inversión inicial hecha durante los primeros 29 meses del proyecto. Este último año presenta una rentabilidad de un 70.0%, con un incremento de un 48.8% respecto al año anterior.

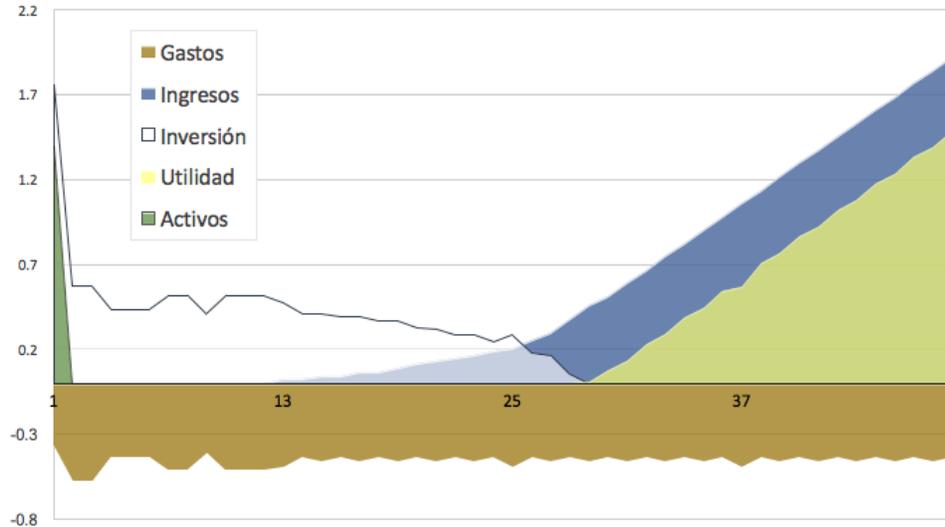


Figura 148. Gráfico comparativo de los gastos vs ingresos y ganancias vs inversión.
Fuente: Propia

Como se muestra en la *Figura 148*, a partir del mes 29 los ingresos superan los gastos, evitando así la necesidad de capital invertido y generando utilidades para beneficio de la compañía. Asimismo, es posible observar como la utilidad va en incremento durante los últimos dos años de proyección.

La proyección de este presupuesto está basada en la venta total de **98 licencias** para una sola envasadora o cliente, en este caso se tomó como modelo el Grupo Propagas; la cual cuenta con exactamente 98 estaciones de expendio de GLP en todo el país.

6.3.6 Rentabilidad para la envasadora de GLP

Desde el punto de vista de la envasadora existen muchas formas de percibir beneficios por medio de la plataforma. Muchas de estas se basan en la mitigación de vulnerabilidades que generan pérdidas cuantiosas mientras que otras se basan en la correcta medición y gestión del inventario o producto vendido; en este caso, el GLP.

Tomando como referencia uno de los prospectos principales, es posible hacer un análisis que estime los beneficios reflejados en base a dos de las características principales que agregan valor: la recepción de transferencia y el cierre financiero por volumen corregido.

En ese sentido, cabe destacar que las dos características van de la mano ya que un cierre financiero depende del cálculo de las transferencias de GLP realizadas durante el día y, en vista que no se toma en cuenta la temperatura en ninguno de los dos casos, es evidente que existe un beneficio marginal sujeto a estafa.

6.3.6.1 Recepción de transferencias por volumen corregido

En base a 30 días de transferencias obtenidos de 9 estaciones de GLP, el volumen promedio destinado al abastecimiento de los tanques estacionarios es de **8,652.66**. Normalmente este tipo de transferencias corresponden a estaciones con altos índices de demanda. En ese sentido, cada una de las transferencias son realizadas sin tomar en cuenta la temperatura, lo que da lugar a datos inciertos a la hora del cierre.

Como se muestra en la *Figura 149*, se tomó una muestra de 7 estaciones provenientes de un universo de más de 90, las cuales pertenecen al mismo cliente. Cada columna de color pertenece a una estación individual. Estas exponen dos líneas: una que representa las transferencias realizadas en un período de tiempo finito (medido en galones) y otra línea que presenta el promedio transferido en dicho período. Tomando estas comparaciones como referencia, se puede apreciar como la **primera** estación presenta un promedio extremadamente consistente. Esta

consistencia no es normal puesto que múltiples factores hacen que las transferencias no sean exactas, como se ha explicado en capítulos anteriores. De igual manera, se puede observar que los promedios varían considerablemente entre estaciones, lo cual es otro indicador a tomar en cuenta.

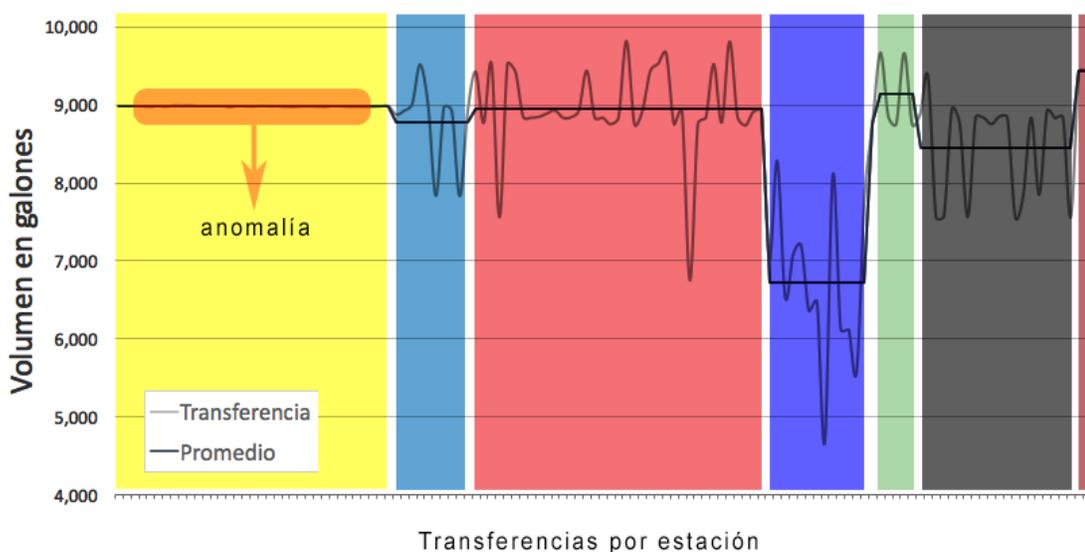


Figura 149. Movimiento de transferencia de inventario de 7 estaciones con su promedio
Fuente: Nodrix

Según los datos obtenidos, si 1 de cada 7 estaciones presentan promedios extremadamente precisos, y se asume que el ajuste realizado para manipular el resultado fue de un 6%, tal como se explica en el subcapítulo 6.3.2.1, se puede estimar que dicha variación en las transferencias de inventario puede estar afectando aproximadamente el 15% de las estaciones, es decir, unas 13 estaciones de una envasadora de 90 estaciones.

Tomando como referencia las ventas durante el año 2016 de una de las envasadoras más importantes del país, tal como se presenta en la *Figura 150*, si

aplicamos pérdidas de inventario en base al 15% de las estaciones y el 6% de cada transferencia en dichas estaciones, obtenemos un 0.9% en pérdidas mensual.

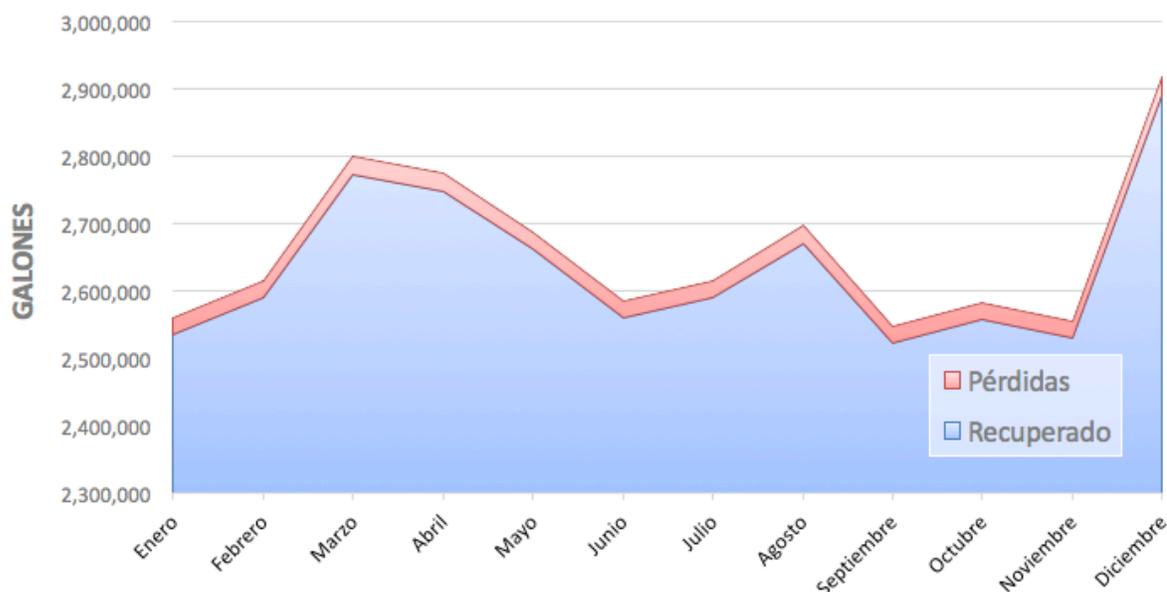


Figura 150. Volumen adquirido en REFIDOMSA durante 2016 por envasadora dominicana.
Fuente: Propia, con datos suministrados por la Refinería Dominicana de Petróleo (REFIDOMSA)

En ese sentido, en el caso de esta envasadora, la cual presenta ventas por debajo de las envasadoras líderes de República Dominicana, equivalen a 26,000 galones en pérdidas promedio mensuales, es decir, **312,849** galones anual.

En el contexto económico, si por cada galón de GLP la envasadora gana aproximadamente DOP \$25.0 como beneficio, según la *Figura 150*, esta puede estar perdiendo unos **DOP \$7,800,000 millones** anual por el simple hecho de no calcular los estimados de transferencias de GLP en base a la temperatura y densidad. Cabe destacar que pueden existir otros factores que incrementen este valor e inclusive que aumenten la precisión de dicha cifra.

6.3.6.2 Cierre financiero general por volumen corregido

De igual manera, las pérdidas pueden reflejarse a la hora de no calcular correctamente los cierres financieros. Tomando la *Figura 151* como referencia, se puede apreciar los despachos realizados en 3 estaciones de servicio y cómo la mayor parte de las actividades de despido se realizan a partir de las 3:00pm en promedio.

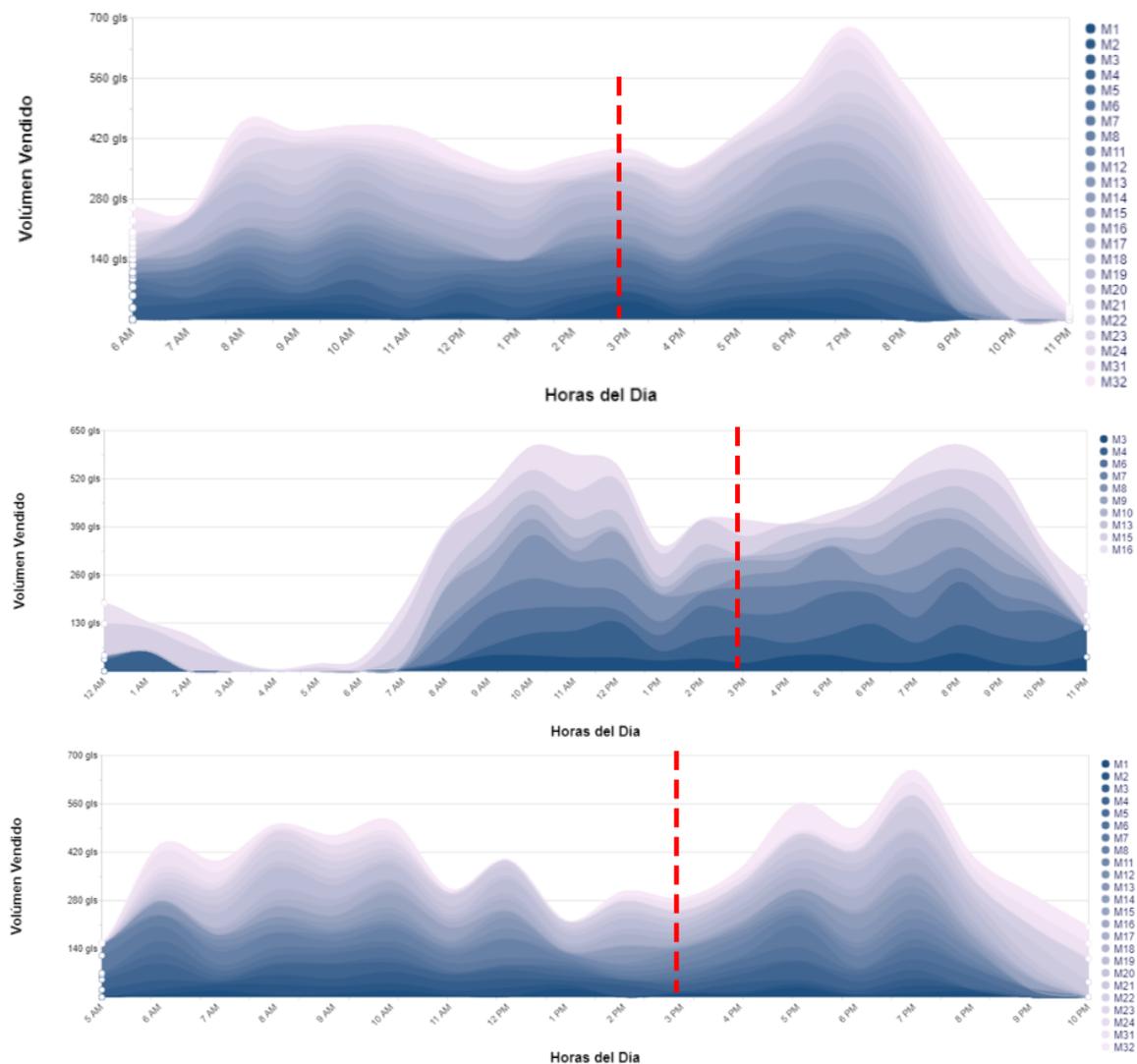


Figura 151. Variación de ventas durante 24 horas de operaciones.
Fuente: Nodrix

El clima en República Dominicana es esencialmente tropical húmedo debido a su ubicación. Este factor permite que se alcancen temperaturas entre los 15° C y 30° C, siendo enero el mes con los registros más bajos y agosto el mes más cálido. (Oficina Nacional de Estadística de República Dominicana, División Territorial 2015, octubre 2015).

En ese sentido, el gráfico de la *Figura 151* presenta la distribución de ventas en galones por cada hora de operación o actividad durante un día de trabajo. Si se comparan las *Figura 151* y *Figura 152*, se puede apreciar una coincidencia a partir de las 3:00pm en ambos casos; la cantidad de despachos y la curva de temperatura respectivamente.

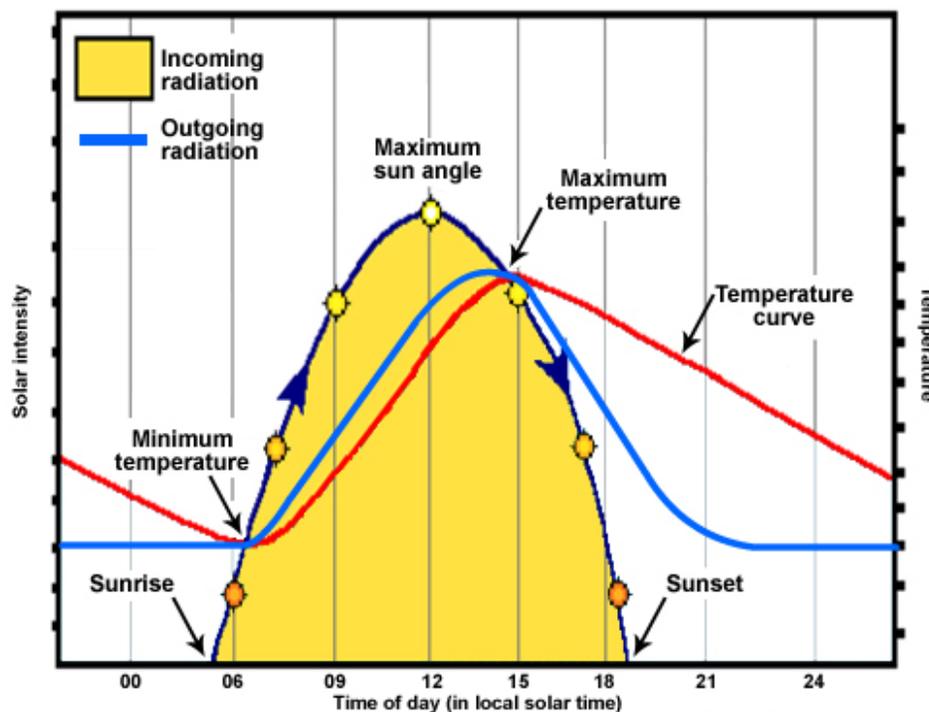


Figura 152. Temperatura promedio y radiación solar por hora.
Recuperado de: http://www.goes-r.gov/users/comet/tropical/textbook_2nd_edition/print_1.htm

Partiendo de dicho análisis, la cantidad de galones vendidos en una estación de GLP a partir de las 3:00pm (como se muestra a partir de la línea roja en la *Figura 151*) es mayor que la vendida durante los inicios del día. Esto quiere decir que, a medida que la temperatura aumenta, esta tiende a variar la densidad del producto contenido en el tanque estacionario, causando así, una disminución de la masa por cada galón despachado. En otras palabras, la cantidad estimada de inventario disponible en la estación, al final del proceso de cierre, debe ser mayor que la esperada.

RESUMEN

En este último capítulo se pudo comprobar cómo es posible sacar beneficio económico de la plataforma GSD, tanto desde la perspectiva del desarrollador como la del cliente consumidor. En ese sentido, parte de las metodologías empleadas para determinar las conclusiones, parten de un análisis científico que estima el margen de beneficio a partir de la variación en temperatura.

El análisis de rentabilidad expuesto en este capítulo se basa principalmente en la falta de madurez en los procesos operacionales que sostienen hoy en día muchas de las envasadoras de GLP de República Dominicana, es decir, se expone de manera práctica cómo la plataforma GSD puede influir positivamente en los procesos actuales, generando beneficios a través del monitoreo, la gestión automatizada y sobre todo, tomando en cuenta los factores necesarios para poder estimar correctamente el inventario.

Finalmente, se expone un análisis en torno a la recuperación de capital, que dependerá exclusivamente de la cantidad de licencias activas durante el período de 4 años establecidos en esta tesis.

CONCLUSIÓN

Es evidente que en República Dominicana la comercialización del GLP (gas licuado de petróleo), está ganando terreno en el mercado de hidrocarburos. Dicho mercado influye significativamente en el marco económico de la sociedad dominicana, siendo este el mayor aportador impositivo de la actualidad.

Aun así, a pesar de las normativas y las diversas regulaciones que rigen el mercado de hidrocarburos en la actualidad, existe un gran número de empresas envasadoras de GLP que carecen de procesos y soluciones tecnológicas que faciliten una correcta gestión y manejo del GLP.

Asimismo, parte de la iniciativa de diseñar la propuesta expuesta en esta tesis, fue la de ofrecer una solución de calidad y altamente beneficiosa en términos económicos, ya que, en el mercado actual, no existe ninguna solución parecida.

A pesar de la gran cantidad de operaciones, actividades y dependencias que poseen los procesos de una envasadora de GLP, se detectaron varias oportunidades de mejora entre ellos. Estos no eran evidentes a simple vista para muchos de los empresarios. Uno de los problemas de mayor predominancia y que requería especial atención, fue el hecho de que las estaciones de servicio no consideraban la temperatura ambiente en las recepciones y despachos de GLP.

Estas oportunidades de mejoras, fueron los factores que determinaron el alcance del proyecto, los cuales sirvieron como base para definir las características funcionales de la plataforma tomando en consideración toda la información obtenida por parte de los prospectos.

Basado en los factores antes mencionados, el objetivo principal de este trabajo de investigación, fue determinar una solución adecuada la cual permita a las empresas envasadoras de GLP controlar y gestionar, de manera computarizada, precisa y efectiva, todos sus procesos operativos; principalmente el de medir correctamente el inventario tomando en cuenta la temperatura y densidad del producto.

En vista de la gran complejidad que expone el comercio de GLP, fue de vital importancia entender, de manera detallada, todos los aspectos operacionales y técnicos durante la investigación preliminar. Asimismo, la identificación de todos los inconvenientes, fallas y vulnerabilidades en las estaciones de GLP, fue esencial a la hora de modelar un diseño arquitectónico que empleara el uso de tecnología de punta y que fuera capaz de cumplir con los objetivos generales.

Luego, en base a todos los resultados provenientes de diversas estaciones de expendio de GLP, se pudo obtener un modelo arquitectónico, el cual permitió obtener una plataforma web con la capacidad de llevar a cabo las funciones y actividades operativas de la envasadora de manera centralizada.

En ese sentido, la plataforma Sinewave GSD, propuesta en esta tesis, se basa en una arquitectura cliente-servidor bajo una topología estrella que permite el control centralizado de cada una de las estaciones. Entre los elementos principales que caracterizan la plataforma GSD están: el control remoto, el cierre financiero tomando en cuenta la temperatura, recepción de transferencias por densidad corregida, manejo de casos, sincronización centralizada de transacciones y eventos, entre otras.

Asimismo, se obtuvo un análisis financiero, el cual expone un presupuesto y plan de gastos en torno al desarrollo y mantenimiento de la plataforma. Este análisis proyecta márgenes de beneficios, recuperación de capital, gastos operacionales y gastos de nómina durante 4 años. También, el resultado arrojó de manera contundente, que la implementación de una plataforma como Sinewave GSD para estaciones de alto flujo, es totalmente viable.

Finalmente, aunque el problema puede tener una connotación exclusivamente comercial, hay que destacar que este influye de forma general, por lo que hay que verlo desde una perspectiva social, teniendo en cuenta que, si cada envasadora de GLP opta por mejorar sus procesos con la plataforma propuesta, esto puede reflejarse positivamente en las variaciones de los precios del combustible

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos durante la investigación, se presentan las recomendaciones de lugar, a continuación:

- Las envasadoras deben optar por automatizar de manera efectiva sus operaciones, apoyándose en el uso de sistemas computacionales que mejoren la efectividad de sus actividades y precisión de sus métricas.
- Las estaciones de dispendio de GLP deben utilizar medidores de flujo de mayor precisión como los que se basan en la tecnología coriolis.
- Los dispensadores mecánicos ya no son una opción viable en la actualidad, por lo que se recomienda que las estaciones de GLP que aún no tienen dispensadores digitales, hagan un plan de actualización.
- Prestar especial atención a los procesos de cierre financiero, es de vital importancia que las envasadoras de GLP consideren los cambios en temperatura durante todo el proceso operativo.
- No perder de vista los cambios en la tecnología, pues estos son el pilar de mayor importancia en estos tiempos para el desarrollo de cualquier tipo de empresa.
- Centralizar los procesos administrativos, de manera que, las decisiones corporativas y operativas sean tomadas bajo un criterio más científico y confiable.
- Fomentar la cultura tecnológica en las envasadoras y su capital humano, esto evita que los cambios tecnológicos no afecten el desempeño a lo largo de un cambio de plataforma.

BIBLIOGRAFÍA

- Charles Russell, Mauro Toselli. Charles Severance. (2015). "Introduction to Networking: How the Internet Works"
- John S Rinaldi, Williman P Lydon. CreateSpace. (2015). "Modbus: The Everyman's Guide to Modbus"
- American Petroleum Institute. (2009). "Petroleum Measurement Tables: Volume Correction Factors, Volume 10"
- Darío Ibarra Zavala. USAID. (2012). "La Industria del GLP"
- Pablo Escobar Vallejos. Académica Española. (2011). "Control de venta de gas licuado de petróleo"
- Ron Baker. The University of Texas. (1993). "Gas and Liquid Measurement"
- Eberhard Wolff. Addison-Wesley. (2016). "Microservices: Flexible Software Architecture"
- Leland Blank, Anthony Tarquin. McGraw Hill -McGraw-Hill Interamericana de España. (2011). "Ingeniería Económica 7ma Edición"
- Ramez A. Elmasri, Shamkant B. Navathe. Addison-Wesley. (2002). "Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos, 3ra Edición"
- Robert L. Glass. Addison-Wesley. (2003). "Facts and Fallacies of Software Engineering"
- Steve McConnell. Microsoft Press. (1996). "Rapid Development: Taming wild software schedules"
- Steve McConnell. Microsoft Press. (2004). "Code Complete: A practical handbook of software construction 2da Edición"
- Martin Fowler. Addison-Wesley. (2003). "Patterns of Enterprise Application Architecture"
- National Instruments. (2014). Información Detallada sobre el Protocolo Modbus. Recuperado el 24 de abril 2017 de <http://www.ni.com/white-paper/52134/es/>

- Petroblogger.com. (2012). Tanques Para Almacenamiento De Gas Licuado De Petroleo. Recuperado el 24 de abril 2017 de <http://www.ingenieriadepetroleo.com/tanques-almacenamiento-glp/>
- Wanda Méndez, Listin Diario. (2016). Tragedia en los ríos. Recuperado el 24 de abril 2017 de <http://www.listindiario.com/la-republica/2016/02/17/408143/hay-1495-estaciones-de-gas-en-registro>
- Antonio A. Peña Ceballos, Instituto Dominicano de Ingenieros Químicos. (2011). La Comercialización de Gas Licuado de Petróleo en la R.D.. Recuperado el 25 de abril 2017 de <https://idiqui.wordpress.com/2011/07/07/la-comercializacion-de-gas-licuado-de-petroleo-en-la-r-d/>
- Área de Pymes. Ratios de rentabilidad. Recuperado el 25 de abril 2017 de <http://www.areadepymes.com/?tit=ratios-de-rentabilidad-ratios-del-balance-y-de-la-cuenta-de-resultados&name=Manuales&fid=ej0bcac>
- Jorge E. Lapeña, Proyecto de Asistencia Técnica al Sector Energía. (2008). Diagnóstico Sector Hidrocarburos - Resumen Ejecutivo. Recuperado el 25 de abril 2017 de <http://www.cne.gob.do/wp-content/uploads/2015/11/AT-18-2006-Diagnostico-Hidrocarburos-Informe-Final-RE.pdf>
- Gasco Magallanes. Gas Licuado. Recuperado el 25 de abril 2017 de http://www.gascomagallanes.cl/gas_licuado.html
- OLADE, Comisión Nacional de Energía. (2015). Diagnóstico Energético de República Dominicana 2015. Recuperado el 25 de abril 2017 de http://www.cne.gob.do/wp-content/uploads/2017/03/CNE-OLADE-_-Diagno%CC%81stico-Energe%CC%81tico-RD-2015.pdf
- Wikipedia. Petrocaribe. Recuperado el 26 de abril 2017 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Petrocaribe>
- José Rijo Presbot, Acento. (2015). Petrocaribe: Caso República Dominicana. Recuperado el 29 de abril 2017 de <http://acento.com.do/2015/opinion/editorial/8218852-petrocaribe-caso-republica-dominicana/>
- Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL). Términos de Referencia para Subcontratación de Empresas para la Realización de Pruebas Físicas de Inspección a Tanques de Combustibles. Recuperado el 29 de abril 2017 de <http://www.indocal.gob.do/index.php/component/content/article?id=62>

- Lic. Hector Valdez Albizu, Banco Central De La Republica Dominicana. (2004). Memorias 2004. Recuperado el 29 de abril 2017 de https://www.bancentral.gov.do/institucional/documentos/memorias_2004.pdf
- Ministerio de Hacienda. ¿Quiénes somos?. Recuperado el 30 de abril 2017 de <http://www.hacienda.gov.do/index.php/sobre-nosotros/quienes-somos>
- Ministerio De Industria Y Comercio Y Mipymes (MICM). Dirección de Hidrocarburos. Recuperado el 30 de abril 2017 de <https://www.mic.gov.do/direcciones/hidrocarburos>
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). Envasadoras de Gas y Estaciones de Gasolina. Recuperado el 30 de abril 2017 de <http://www.mopc.gov.do/servicios/direcci%C3%B3n-oficina-central-de-tramitaci%C3%B3n-de-planos/envasadoras-de-gas-y-estaciones-de-gasolina/>
- Ing. Odón de Buen R., Comisión Nacional de Energía (CNE). (2006). Diagnóstico Y Definición De Líneas Estratégicas Sobre El Uso Racional De Energía (URE) en República Dominicana. Recuperado el 2 de mayo 2017 de <http://www.cne.gov.do/wp-content/uploads/2015/11/AT-19-2006-Diagnostico-URE-Informe-Final.pdf>
- Jorge E. Lapeña, Proyecto de Asistencia Técnica al Sector Energía. (2008). Diagnóstico Sector Hidrocarburos - Informe. Recuperado el 2 de mayo 2017 de <http://www.cne.gov.do/wp-content/uploads/2015/11/AT-18-2006-Diagnostico-Hidrocarburos-Informe-Final.pdf>
- Aduanas Digital. (2017). "Combustibles: País demandó 64.5 MM de barriles en 2016 | ADUANAS DIGITAL". Recuperado el 2 de mayo 2017 de <https://aduanasdigital.gov.do/2017/03/13/combustibles-pais-demando-64-5-mm-de-barriles-en-2016/>
- Comisión Nacional de Energía (CNE). Comportamiento de la comercialización de crudos y combustibles en República Dominicana. Recuperado el 2 de mayo 2017 de <http://www.cne.gov.do/wp-content/uploads/2015/07/PROYECTO-FINAL-COMERCIALIZACION-CON-INDICE.pdf>
- Dirección General De Impuestos Internos. (2016). Ranking de Empresas. Recuperado el 2 de mayo 2017 de <https://www.dgii.gov.do/informacionTributaria/publicaciones/estudios/Documents/RankingEmpresas2016.pdf>

- Grupo Propagas. (2017). Servicios Empresariales. Recuperado el 2 de mayo 2017 de http://grupopropagas.com/propagas/servicio_empresarial.php
- Tropigas. (2017). Acerca de la empresa. Recuperado el 2 de mayo 2017 de <http://www.tropigas.com.do/nosotros>
- Grupo MARTÍ. (2017). Acerca del grupo. Recuperado el 3 de mayo 2017 de <https://www.marti.do/nosotros>
- Comisión Económica para Centro América y el Caribe. (2015). Estadísticas Hidrocarburos Centro América y el Caribe. Recuperado el 3 de mayo 2017 de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40918/S1700536_es.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Refinería Dominicana de Petróleo. (2016). Informe Refidomsa 092016. Recuperado el 3 de mayo 2017 de <http://www.feller-rate.com.do/grd/informes/refidomsa1609.pdf>
- Oficina Nacional de Estadística (ONE). (2015). Las importaciones de petróleo y sus derivados, se redujeron en 1,362.6 millones de dólares en el 2015. Recuperado el 3 de mayo 2017 de <http://www.one.gob.do/Prensa/NotaPrensa/2016/05/17/1524/las-importaciones-de-petroleo-y-sus-derivados,-se-redujeron-en-1,3626-millones-de-dolares-en-el-2015>
- Secretaría de Estado de Industria y Comercio. (2000). Ley de Hidrocarburos No.112-00. Recuperado el 6 de mayo 2017 de <https://www.mic.gob.do/images/pdf/decreto-307-01.pdf>
- API. (2017). About API. Recuperado el 6 de mayo 2017 de <http://www.api.org/about>
- Wikipedia. (2017). American Petroleum Institute. Recuperado el 6 de mayo 2017 de https://en.wikipedia.org/wiki/American_Petroleum_Institute
- ASTM International. (2017). Qué es ASTM International?. Recuperado el 8 de mayo 2017 de https://www.astm.org/GLOBAL/images/What_is_ASTM_Spanish.pdf
- Wikipedia. (2017). ASTM International. Recuperado el 11 de mayo 2017 de <https://es.wikipedia.org/wiki/ASTM>

- Emilio Ortiz, El Nacional. (2016). Aunque regalen el petróleo, la gasolina siempre será cara en RD. Recuperado el 11 de mayo 2017 de <http://elnacional.com.do/aunque-regalen-el-petroleo-la-gasolina-siempre-sera-cara-en-rd/>
- Alexander Peña, Acento. En República Dominicana el GLP es 37% más caro que en Centroamérica. Recuperado el 11 de mayo 2017 de <http://acento.com.do/2017/economia/8435570-en-republica-dominicana-el-glp-es-37-mas-caro-que-en-centroamerica/>
- Pro Consumidor. Quiénes somos?. Recuperado el 11 de mayo 2017 de <http://proconsumidor.gob.do/quienes-somos/>
- Teófilo Bonilla, El Nacional. (2015). Estafa, envasadoras GLP engañan clientes. Recuperado el 11 de mayo 2017 de <http://elnacional.com.do/estafa-ensavasadoras-glp-enganan-clientes/>
- Microsoft Developer Network. (2015). Diagramas de componentes de UML. Recuperado el 11 de mayo 2017 de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd409390.aspx>
- elvex.ugr.es. El ciclo de vida de un sistema de información. Recuperado el 11 de mayo 2017 de <http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/lifecycle.pdf>
- ScrumStudy. (2016). Cuerpo de Conocimiento de SCRUM (Guía SBOK™). Recuperado el 11 de mayo 2017 de <https://www.scrumstudy.com/SBOK/SCRUMstudy-SBOK-Guide-2016-spanish.pdf>
- Microsoft Developer Network. (2014). Introducing Visual Studio Online. Recuperado el 11 de mayo 2017 de <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dn519923.aspx>
- Git. Acerca del control de versiones. Recuperado el 12 de mayo 2017 de <https://git-scm.com/book/es/v1/Empezando-Acerca-del-control-de-versiones>
- Margaret Rouse, WhatIs.com. (2016). What is integrated development environment (IDE)?. Recuperado el 13 de mayo 2017 de <http://searchsoftwarequality.techtarget.com/definition/integrated-development-environment>

- angularjs.org. AngularJS: Developer Guide: Introduction. Recuperado el 14 de mayo 2017 de <https://docs.angularjs.org/guide/introduction>
- Wikipedia. Black-box testing. Recuperado el 17 de mayo 2017 de https://en.wikipedia.org/wiki/Black-box_testing
- TETRA. Engineered Solutions Guide for Clear Brine Fluids and Filtration - Chapter 4. Recuperado el 17 de mayo 2017 de http://solutionsguide.tetratec.com/index.asp?Page_ID=730&AQ_Magazine_Date=Current&AQ_Magazine_ID=2195
- normasapa.com, Centro de escritura Javeriano. (2013). ¿Cómo citar con normas APA?. Recuperado el 17 de mayo 2017 de <http://normasapa.com/citas/>
- UPV Universitat Politècnica de València. Protocolos de la familia Internet (TCP/IP). Recuperado el 17 de mayo 2017 de <http://personales.upv.es/rmartin/tcpip/index.html>
- Life Wire. What IP Means and How It Works. Recuperado el 17 de mayo 2017 de <https://www.lifewire.com/internet-protocol-explained-3426713>
- Nanyang Technological University, Singapore. (2009). Introduction to HTTP Basics. Recuperado el 17 de mayo 2017 de http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/webprogramming/http_basics.html
- Wikipedia. IEEE 802.11. Recuperado el 17 de mayo 2017 de https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
- The Modbus Organization. The Modbus Organization. Recuperado el 17 de mayo 2017 de <http://modbus.org/>
- National Instruments. (2016). RS-232, RS-422, RS-485 Serial Communication General Concepts. Recuperado el 17 de mayo 2017 de <http://www.ni.com/white-paper/11390/en/>
- Chipkin Automation Systems. (2016). RS485 Introduction and Application. Recuperado el 17 de mayo 2017 de <http://www.chipkin.com/what-is-rs485-eia-485/>

- El portal de ISO 27001. Gestión de Seguridad de la Información. Recuperado el 17 de mayo 2017 de <http://www.iso27000.es/glosario.html>
- techterms.com. (2016). Client-Server Model Definition. Recuperado el 18 de mayo 2017 de https://techterms.com/definition/client-server_model
- comtechdoc.org. Object Oriented Databases. Recuperado el 20 de mayo 2017 de <http://www.comtechdoc.org/independent/database/basicdb/dataobject.html>
- TutorVista.com. Electromagnetic Waves, Electromagnetic Field. Recuperado el 20 de mayo 2017 de <http://physics.tutorvista.com/waves/electromagnetic-waves.html>
- Comunidad UTP. (2015). Conceptos de Amplitud, Periodo y Frecuencia en Física. Recuperado el 20 de mayo 2017 de <http://blog.utp.edu.co/comunidadutp/conceptos-de-amplitud-periodo-y-frecuencia-en-fisica/>
- Wikipedia. Onda. Recuperado el 20 de mayo 2017 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Onda>
- New Physics, YouTube. (2010). How Radio Waves Are Produced. Recuperado el 20 de mayo 2017 de <https://www.youtube.com/watch?v=aAcDM2ypBfE>
- National Instruments. (2016). Understanding Resolution in High-Speed Digitizers/Oscilloscopes. Recuperado el 21 de mayo 2017 de <http://www.ni.com/white-paper/4806/en/>
- MikroElektronika. What is what in the microcontroller?. Recuperado el 23 de mayo 2017 de <https://learn.mikroe.com/ebooks/8051programming/chapter/what-is-what-in-the-microcontroller/>
- Wikipedia. Mass flow meter. Recuperado el 23 de mayo 2017 de https://en.wikipedia.org/wiki/Mass_flow_meter
- Wikipedia. Coriolis force. Recuperado el 23 de mayo 2017 de https://en.wikipedia.org/wiki/Coriolis_force
- SUPERGAS. Mass Flow Meter. Recuperado el 23 de mayo 2017 de <http://www.supergas.com/lpg-for-industrial/products/mass-flow-meter>

- SpiraxSarco. Types of Steam Flowmeter. Recuperado el 26 de mayo 2017 de <http://www.spiraxsarco.com/resources/pages/steam-engineering-tutorials/flowmetering/types-of-steam-flowmeter.aspx>
- COULTON. Beginner's guide to Differential Pressure Transmitters. Recuperado el 27 de mayo 2017 de http://www.coulton.com/beginners_guide_to_differential_pressure_transmitters.html
- Flowmeters.com. Positive Displacement Flowmeter Technology. Recuperado el 27 de mayo 2017 de <http://www.flowmeters.com/positive-displacement-technology>
- Curiosoando. (2015). ¿Qué es una válvula solenoide?. Recuperado el 27 de mayo 2017 de <https://curiosoando.com/que-es-una-valvula-solenoide>
- Wikipedia. Licuefacción. Recuperado el 29 de mayo 2017 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Licuefacci%C3%B3n>
- Corken LPG, YouTube. (2016). Liquefied Gas Transfer. Recuperado el 31 de mayo 2017 de <https://www.youtube.com/watch?v=gz5N3Ap8Pfk>
- Corken LPG, YouTube. (2016). Propan Compressor Working Process. Recuperado el 31 de mayo 2017 de <https://www.youtube.com/watch?v=W0N47Vburhw>
- goes-r.gov. Introduction to Tropical Meteorology. Recuperado el 1 de junio 2017 de http://www.goes-r.gov/users/comet/tropical/textbook_2nd_edition/print_1.htm

GLOSARIO

A

Aplicación Web

En la ingeniería de software se denomina aplicación web a aquellas herramientas que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de Internet o de una intranet mediante un navegador. En otras palabras, es una aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web en la que se confía la ejecución al navegador.

API (Application Programming Interface)

Conjunto de funciones, reglas y especificaciones que se definen con la finalidad de generar una interfaz para el intercambio de información entre aplicaciones.

Activo

Un activo es un bien que la empresa posee y que puede convertirse en dinero u otros medios líquidos equivalentes.

B

Base de datos

Se conoce como base de datos al conjunto de informaciones que está organizado y estructurado de un modo específico para que su contenido pueda ser tratado y analizado de manera rápida y sencilla.

Backend

Término utilizado para denotar al conjunto de tecnologías de un sistema en el lado de los servidores.

Barómetro

Tipo de sensor utilizado para medir la presión ambiental del aire, con la finalidad de obtener datos que sirvan para determinar a qué altura sobre el nivel del mar se encuentra el dispositivo.

C

Combustible

Material que, por sus propiedades, arde con facilidad. El concepto suele aludir a la sustancia que, al oxidarse cuando se enciende, desprende calor y libera energía que pueda aprovecharse.

Cliente

En el contexto informático, el cliente es una aplicación informática o un ordenador que consume un servicio remoto en otro ordenador conocido como servidor, normalmente a través de una red de telecomunicaciones.

Computación en la nube

Conocida también como servicios en la nube, informática en la nube, nube de cómputo o nube de conceptos (del inglés cloud computing), es un paradigma que permite ofrecer servicios de computación a través de una red, que usualmente es Internet.

CSS

La sigla CSS corresponde a la expresión inglesa Cascading StyleSheets, que puede traducirse como “Hojas de estilo en cascada”. El concepto se utiliza en el ámbito de la informática para referirse a un lenguaje empleado en el diseño gráfico.

Cavitación

En el terreno de la física, se denomina cavitación al proceso que deriva en la aparición de burbujas en un fluido por los cambios de presión.

CPU

Es una sigla de la lengua inglesa que remite a la expresión central processing unit (en nuestro idioma, “unidad de procesamiento central”), la cual refiere al elemento de procesamiento principal en un computador.

Condensación

Refiere a la acción de transformar un vapor en sólido o en líquido. La noción también menciona una reducción de volumen, un incremento de consistencia o espesor o una síntesis.

D

Datos

Del latín datum (“lo que se da”), un dato es un documento, una información o un testimonio que permite llegar al conocimiento de algo o deducir las consecuencias legítimas de un hecho.

DNS

Refiere la expresión inglesa Domain Name System: es decir, Sistema de Nombres de Dominio. Se trata de un método de denominación empleado para nombrar a los dispositivos que se conectan a una red a través del IP (Internet Protocol o Protocolo de Internet).

Densidad

En física y química, la densidad es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.

Dirección IP

La idea de dirección puede referirse a un domicilio. En el caso específico de la informática, se trata de una expresión compuesta por letras y/o números que alude a una localización en la memoria de un equipo informático.

E

Evaporación

Proceso de transformación del estado líquido de un fluido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía térmica para vencer la tensión superficial.

Email

También mencionado como e-mail, es un correo electrónico: un mensaje digital que se transmite mediante una red informática.

F

Framework

Es un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar. En el desarrollo de software, un entorno de trabajo es una estructura conceptual y tecnológica de asistencia definida, normalmente, con artefactos o módulos concretos de software, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software.

G

GLP

El gas licuado del petróleo (GLP) es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo. Lleva consigo procesos físicos y químicos por ejemplo el uso de metano. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de licuar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que los GLP son una mezcla de propano y butano.

Gaseoso

La palabra gaseoso se enmarca en el grupo de los adjetivos y se utiliza para identificar a todas las sustancias que se encuentran en forma de gas o bien al líquido que emana, posee o genera gases.

I

Internet

Es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, lo cual garantiza que las redes físicas heterogéneas que la componen formen una red lógica única de alcance mundial.

Ingeniería de Software

Trata del establecimiento de los principios y métodos de la ingeniería a fin de obtener software de modo rentable, que sea fiable y trabaje en máquinas reales (Bauer, 1972). Esta tiene un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento de software y el estudio de estos enfoques, es decir, la aplicación de la ingeniería al software.

Industria

El concepto de industria hace referencia al grupo de operaciones que se desarrollan para obtener, transformar o transportar productos naturales.

K

KPI

Un KPI (key performance indicator), conocido también como indicador clave o medidor de desempeño o indicador clave de rendimiento, es una medida del nivel del desempeño de un proceso. El valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado de antemano y normalmente se expresa en valores porcentuales.

L

Licuación, Licuefacción

Es el cambio de estado que acontece cuando una sustancia pasa del estado gaseoso al líquido. El proceso ocurre por la acción de la temperatura y el aumento de la presión, que permite llegar a una sobrepresión elevada. Esto diferencia a la licuación de la condensación, que acontece cuando una sustancia cambia de estado pasando del vapor al líquido, por la disminución de la temperatura.

Líquido

Sustancia cuyas partículas presentan mayor movilidad que los sólidos y menor que los gases, y no presentan una forma propia determinada, pero sí un volumen fijo que se distribuye en el recipiente que lo contiene adaptándose a su forma.

O

Oleoducto

Es un caño que, equipado con diversos mecanismos y máquinas, permite el traslado y la conducción de petróleo y de otras sustancias derivadas a través de superficies extensas.

P

Peso

Palabra que proviene del término latino pensum y tiene distintos usos. Puede referirse, por ejemplo, a la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo y a la magnitud de dicha fuerza. En un sentido similar, un peso es un objeto pesado que permite equilibrar una carga o una balanza.

Presión

Describe al acto y resultado de comprimir, estrujar o apretar; a la coacción que se puede ejercer sobre un sujeto o conjunto; o la magnitud física que permite expresar el poder o fuerza que se ejerce sobre un elemento o cuerpo en una cierta unidad de superficie.

Petróleo

Del latín petrolĕum, que a su vez deriva de un vocablo griego que significa “aceite de roca”, el petróleo es un líquido natural oleaginoso que está formado por una mezcla de hidrocarburos. Se obtiene de lechos geológicos, ya sean continentales o marítimos.

Petroquímica

Ciencia y la técnica que corresponde a la petroquímica, la industria que utiliza el petróleo y el gas natural como materia prima para el desarrollo de numerosos productos químicos.

Protocolo

Es el término que se emplea para denominar al conjunto de normas, reglas y pautas que sirven para guiar una conducta o acción. Red, por su parte, es una clase de estructura o sistema que cuenta con un patrón determinado.

R

Refinería

Se conoce como refinería a la planta industrial dedicada a la refinación de alguna sustancia. Refinar, por su parte, es la acción que se lleva a cabo para lograr que algo se purifique o se vuelva más fino, dejando de lado residuos y separando ciertas partículas.

S

Sensor

Dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.

Servicio Web

Un servicio web es una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones.

Sistema SaaS

Software como un Servicio, abreviadamente SaaS (del inglés: Software as a Service, SaaS), es un modelo de distribución de software donde el soporte lógico y los datos que maneja se alojan en servidores de una compañía de tecnologías de información y comunicación (TIC), a los que se accede vía Internet desde un cliente.

T

TIC

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son todos aquellos recursos, herramientas y programas que se utilizan para procesar, administrar y compartir la información mediante diversos soportes tecnológicos

W

Web

Web es un vocablo inglés que significa “red”, “telaraña” o “malla”. El concepto se utiliza en el ámbito tecnológico para nombrar a una red informática y, en general, a Internet

ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXO 1: ANTEPROYECTO



A : DECANATO DE INGENIERÍA E INFORMÁTICA
ESCUELA DE INFORMÁTICA

Asunto : **REMISIÓN ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADO**

Tema : “Diseño arquitectónico de plataforma web para seguimiento y control centralizado de envasadoras de GLP para la empresa Nodrix, en Santo Domingo Este, República Dominicana, año 2017.”

Sustentantes : **Br. Eduardo Rosario Santos** 2013-1946

Resultado de la evaluación: Aprobado: X Fecha: 03/04/2017.
Devuelto para corrección: _____ Fecha: _____.


Lic. María Margarita Cordero Amaral
Directora Departamento Ciencias Sociales



Jc. (03/04/2017)



Decanato de Ingeniería e Informática
Escuela de Informática

ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADO
para optar por el título de Ingeniero de Software

TEMA:

“Diseño arquitectónico de plataforma web para seguimiento y control centralizado de envasadoras de GLP para la empresa Nodrix, en Santo Domingo Este, República Dominicana, año 2017”

SUSTENTANTE:

Eduardo José Rosario Santos 2013-1946

FECHA:

Jueves 23 de marzo del 2017
Distrito Nacional, República Dominicana



INDICE DE CONTENIDO

1. TEMA.....	3
2. INTRODUCCION	4
3. JUSTIFICACION	5
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
5. OBJETIVOS.....	11
6. DELIMITACION	12
7. MARCO TEORICO REFERENCIAL	13
8. ASPECTOS METODOLOGICOS	16
9. FUENTES BIBLIOGRAFICAS.....	18
10. TABLA DE CONTENIDO PRELIMINAR	20

1. TEMA

Diseño arquitectónico de plataforma web para seguimiento y control centralizado de envasadoras de GLP para la empresa Nodrix, en Santo Domingo Este, República Dominicana, año 2017.

2. INTRODUCCION

En la actualidad, las metodologías y técnicas empleadas por empresas para el control de sus procesos están experimentando un cambio radical por parte del uso de dispositivos inteligentes. Su adopción en los diversos sectores productivos ha impactado positivamente en la forma en que se le da seguimiento al uso de los recursos y activos, el control de inventario automatizado, y por medio de la sustitución de actividades y procesos manuales; minimizando así el error humano.

No obstante, las diversas ventajas que fomenta la aplicación de dicha tecnología, algunos sectores, específicamente el sector de hidrocarburos, aún no han considerado su adopción por la falta de conocimiento respecto al tema o el costo que implica su implementación, lo cual indica que probablemente estén haciendo un uso inadecuado de sus recursos y activos.

El presente trabajo de investigación, estará enfocado en exponer cuáles son las causas puntuales por la cual las envasadoras de GLP están teniendo pérdida de inventario, así como también, precisar los puntos críticos que deben ser atacados por la empresa Nodrix con el objetivo de minimizar dicha pérdida para con sus clientes.

Parte del estudio se llevará a cabo tomando como modelo diversas envasadoras de GLP ubicadas en Santo Domingo Este y proyectando las mejoras y soluciones a un plano más generalizado para conveniencia de todo el sector.

Finalmente, se expondrá el diseño arquitectónico de una plataforma web llamada *Nodrix Sense*, que, por medio de la medición remota de sensores electrónicos y el seguimiento computarizado de diversos procesos de carga y descarga de GLP, podrá garantizar la correcta distribución de dicho combustible, evitando fraudes o pérdidas de inventario debido a factores como la temperatura, diferencia de densidad o el error humano.

3. JUSTIFICACION

Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos que han surgido, es posible transformar procesos, que antes eran manuales, a tareas computarizadas que de una u otra forma ayudan a incrementar los márgenes de beneficios. Así mismo, los procesos financieros y de control de inventario del sector de hidrocarburos, pueden ser mejorados significativamente tras el uso correcto de tecnologías y softwares especializados que apoyen sus procesos, con el fin de ahorrar recursos y aumentar sus márgenes de beneficios.

En términos económicos, para las envasadoras de GLP es sumamente importante la correcta administración de su inventario. Aun así, muchas de estas no están al tanto de las nuevas técnicas y soluciones tecnológicas que le permiten realizar dicha tarea de forma inteligente.

Debido a los múltiples factores de riesgos que tienen las envasadoras durante todo el proceso de transporte y distribución del GLP, se precisan nuevas metodologías que tratan de detectar y mitigar nuevas formas de fraude que puedan impactar negativamente o que simplemente priven a la envasadora de un margen de beneficio mayor de lo esperado.

Nodrix cuenta con aproximadamente unos 700 dispensadores de GLP instalados en diversas envasadoras en todo el país. Cada envasadora, debe reabastecerse cada cierto tiempo, dependiendo el volumen de venta registrado.

En ese sentido, para que una envasadora pueda mantener control de sus operaciones, debe contabilizar tanto su entrada como salida de inventario cada día. Esto quiere decir, que la diferencia de la cantidad de volumen comprando menos la cantidad de volumen vendido, debe dar por encima de 0, de lo contrario, es un indicador de que hubo una pérdida de inventario en uno de los procesos.

Según reportes provistos por la empresa Nodrix, en promedio, una estación de GLP con alto flujo de clientes y unas 20 dispensadoras, puede vender hasta 12,000 galones de GLP que salen de un tanque de una capacidad máxima de 16,000 galones.

Esto quiere decir que cada dos días aproximadamente un tanquero reabastece la estación vertiendo entre 5,000 y 9,000 galones, dependiendo la orden de transferencia de inventario emitida por el cliente.

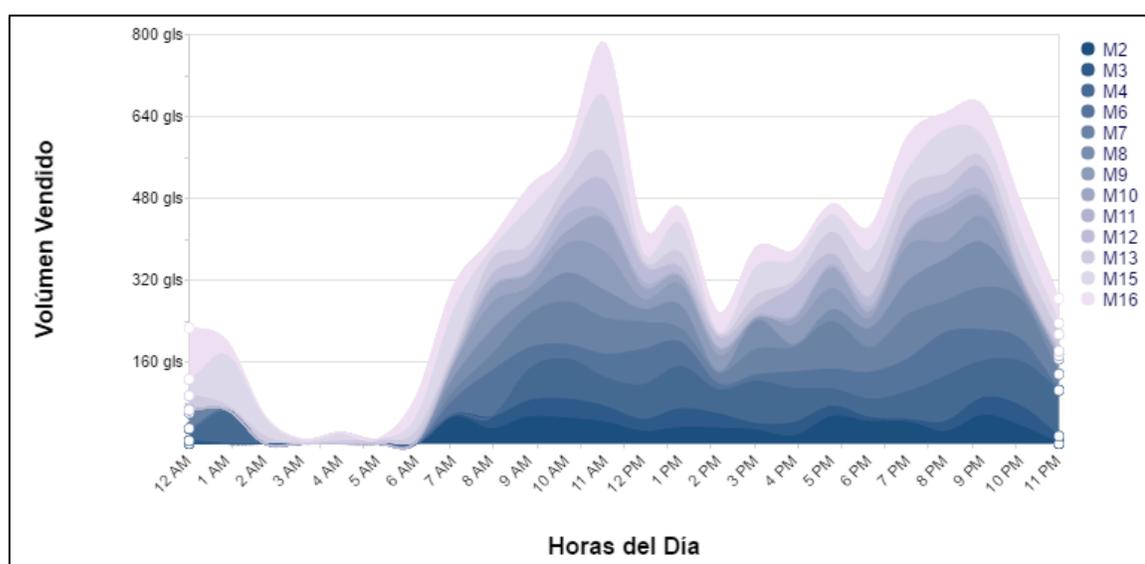


GRAFICO 1. Cantidad de volumen despachado en 24 horas por dispensador, segmentado por hora
Fuente: Administración general, Nodrix

La razón primaria consiste en determinar exactamente cuántos galones de GLP deben ser vertidos, tomando en consideración la temperatura y la densidad por la cual fue adquirido dicha orden; en caso que la temperatura varíe durante el transporte del producto, dependiendo la densidad inicial, el volumen estimado puede variar. Es por ello que, si no se consideran estos factores, los informes generados en los cuadros de turno pueden contener información errónea, resultando en una incorrecta gestión de los recursos de la empresa.

Asimismo, dichos factores son cruciales a la hora de determinar exactamente la cantidad de inventario entrante o saliente y normalmente no son tomados en cuenta a la hora de realizar los cierres o cuadros de turnos, lo que indica una vulnerabilidad que puede ser explotada, tanto por empleados maliciosos como por contratistas involucrados en el proceso de logística.

Nombre del Proveedor: _____								
Número del Proveedor: 1								
Número y Nombre del Producto	Brazo Llenador	Metro Inicio	Metro Final	Temp °F	Densidad Observada	Galones 60°F	Galones Ambiente	
2001 GLP con Aditivo	Preset_04	13055246	13063129	72.08	0.51975	7884	8001	
Total						GLP con Aditivo	7884	8001

TABLA 1. Boleta (parcial) que indica toda la información física del producto despachado por el proveedor.
Fuente: Administración general, Nodrix

Finalmente, esta investigación está sustentada en los diversos casos reportados a Nodrix por varias envasadoras de GLP, que indican márgenes de eficiencia inciertos con una variación en algunos casos de hasta un 10% cuando lo normal debe ser 3% según las normas establecidas por INDOCAL.

Despachado	Inv. Estimado	Inv. Real	Diferencia	Eficiencia	Total Ventas
7,156.61 gls	7,281.39 gls	7,762.50 gls	481.11 gls (over)	106.61%	RD\$ 783,648.80
6,939.92 gls	5,652.58 gls	5,520.00 gls	-132.58 gls (short)	97.65%	RD\$ 759,921.24
7,570.68 gls	12,223.82 gls	12,592.50 gls	368.68 gls (over)	103.02%	RD\$ 828,989.46
9,753.41 gls	10,542.09 gls	10,867.50 gls	325.41 gls (over)	103.09%	RD\$ 1,067,998.40
7,303.50 gls	10,655.88 gls	10,867.50 gls	211.62 gls (over)	101.99%	RD\$ 810,688.50
6,250.21 gls	8,883.04 gls	9,124.38 gls	241.34 gls (over)	102.72%	RD\$ 693,773.31
6,234.01 gls	6,185.99 gls	6,296.25 gls	110.26 gls (over)	101.78%	RD\$ 691,975.11
5,866.38 gls	12,104.12 gls	12,420.00 gls	315.88 gls (over)	102.61%	RD\$ 651,168.18
6,707.28 gls	8,341.72 gls	8,797.50 gls	455.78 gls (over)	105.46%	RD\$ 744,508.08
7,608.49 gls	5,968.01 gls	6,210.00 gls	241.99 gls (over)	104.05%	RD\$ 844,542.39
7,372.82 gls	4,224.18 gls	4,657.50 gls	433.32 gls (over)	110.26%	RD\$ 818,383.02
7,374.45 gls	3,092.98 gls	2,760.00 gls	-332.98 gls (short)	89.23%	RD\$ 796,440.60
6,266.78 gls	10,125.90 gls	10,467.43 gls	341.54 gls (over)	103.37%	RD\$ 676,812.24
6,843.01 gls	6,911.24 gls	7,417.50 gls	506.26 gls (over)	107.33%	RD\$ 739,045.08
6,008.09 gls	5,031.91 gls	4,916.25 gls	-115.66 gls (short)	97.70%	RD\$ 648,873.72
6,222.72 gls	10,802.03 gls	11,040.00 gls	237.97 gls (over)	102.20%	RD\$ 672,053.76
6,642.84 gls	7,911.41 gls	8,193.75 gls	282.34 gls (over)	103.57%	RD\$ 717,426.72
7,440.68 gls	5,669.32 gls	5,606.25 gls	-63.07 gls (short)	98.89%	RD\$ 803,593.44
6,532.72 gls	12,915.66 gls	13,110.00 gls	194.34 gls (over)	101.50%	RD\$ 705,533.76
6,058.72 gls	11,568.03 gls	11,884.38 gls	316.35 gls (over)	102.73%	RD\$ 654,341.76

TABLA 2. Reporte ejemplar y parcial de la eficiencia registrada por cada cierre diario realizado por una estación.
Fuente: Administración general, Nodrix

Evidentemente, en la *Tabla 2* se pueden observar la variación en términos de eficiencia que presenta una estación de GLP que van desde -11% hasta 10%. En ese sentido, como no se está tomando en consideración los factores físicos externos (temperatura y densidad) a la hora de contabilizar el producto, esto da cabida a que aquellas estaciones en donde la eficiencia supuestamente indica un 3%, no estén indicando el porcentaje real y se pueda estar efectuando actos maliciosos donde no se descargue completamente el producto comprado originalmente, resultando en pérdidas.

Por tal razón, este tema de investigación trata de introducir una solución basada en nuevas metodologías de control de inventario para envasadoras de GLP y un software que procure la correcta gestión en base a métricas reales y automatización.

Finalmente, aunque el problema puede tener una connotación exclusivamente comercial, hay que destacar que este influye de forma general, por lo que hay que verlo desde una perspectiva social, teniendo en cuenta que, si cada envasadora de GLP opta por mejorar sus procesos con la plataforma propuesta, esto puede reflejarse positivamente en las variaciones de los precios del combustible.

3.1. Justificación Metodológica

Por medio del uso de diversas técnicas como análisis estadístico, experimentos en campo, pruebas de laboratorio, observación, obtención de datos por medio de sensores, se busca identificar y confirmar los puntos críticos que deben ser cubiertos por la nueva metodología de cuadro para estaciones de GLP y la implementación de la plataforma propuesta.

Es preciso destacar que, durante la investigación, se dará uso de fuentes primarias especiales con el objetivo de darle un matiz y carácter científico a las funcionalidades finales que tendrá la plataforma, ya que estas documentaciones juegan un papel importante en la industria de los hidrocarburos por tratar de un punto de partida estandarizado a nivel mundial.

Finalmente, además de la concepción de datos estadísticos y medibles por medio de la observación y lectura de sensores, se pretende entrevistar a diversos encargados de estaciones de GLP para así analizar cuáles son las diversas necesidades que las envasadoras presentan, para de esa forma, diseñar la plataforma en base a los requerimientos reales y necesidades que presenta el usuario final.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, las envasadoras de GLP de República Dominicana se limitan a dar seguimiento de su inventario en base a procesos manuales y segmentados que impactan de forma negativa el margen de beneficio percibido. También, dichos procesos no consideran factores externos como el cambio de temperatura o la densidad del combustible a la hora de transportarlo y distribuirlo, lo cual provoca resultados inciertos en cada cierre de turno. Normalmente, el inventario adquirido por una envasadora de GLP es medido en base a una densidad y temperatura estandarizada, pero este no es distribuido bajo esa misma norma, es decir, este es distribuido y vendido volumétricamente y a temperatura ambiente.

Datos preliminares demuestran que cada 4 de 5 envasadoras de GLP presentan un margen de beneficio o pérdida fuera del rango indicado por INDOCAL el cual indica que por ley no debe exceder un 3%. Durante el levantamiento de datos se confirmó que dicha variación se debe a que no se toma en cuenta la temperatura de recepción de los tanques de distribución, dando lugar a datos inválidos en el cierre produciendo así información errónea, resultando en una incorrecta gestión de los recursos de la empresa. Es evidente que por falta de control y automatización, las envasadoras de GLP están pasando por alto oportunidades de mejoras que pueden ser beneficiosas en términos económicos, es decir, implementar un sistema con la capacidad de determinar exactamente cuántos galones en unidades volumétricas de GLP deben ser vertidos en cada transferencia, tomando en consideración la temperatura y la densidad por la cual fue adquirida dicha orden, significa mitigar una vulnerabilidad que se encuentra en todo el proceso logístico de compra, distribución y venta.

Finalmente, la falta de un proceso especializado que garantice la correcta distribución de dicho combustible, expone claramente oportunidades de mejoras que pueden ser abordadas por medio del seguimiento computarizado de las diversas actividades de carga y descarga de GLP para así evitar fraudes o pérdidas de inventario por factores como la temperatura, diferencia de densidad o el error humano.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Diseñar modelo de plataforma web que permita el seguimiento y control centralizado de los procesos de carga y descarga de inventario, así como gestionar de forma computarizada el cuadro diario de las envasadoras de GLP de la empresa Nodrix.

5.2. Objetivos Específicos

- Verificar y analizar los mecanismos actuales que disponen las envasadoras de GLP para gestionar los cierres de turno.
- Determinar y modelar el proceso manual tomando en cuenta la densidad y temperatura a la hora de recibir el inventario desde el distribuidor a la envasadora.
- Verificar las regulaciones vigentes que puedan aplicar para una plataforma como la propuesta en este trabajo.
- Modelar el flujo funcional que debe tener la plataforma durante todo el proceso de cierre de una envasadora de GLP.
- Diseñar arquitectura general de la plataforma en base a los procesos actuales y los procesos propuestos de mejora.
- Modelar las pantallas relacionadas con cada parte del proceso de cierre que aplique.
- Realizar el diseño de la base de datos de acuerdo a las características y especificaciones generales de la plataforma.
- Determinar oportunidades de mejoras que pueden ser incluidas en la plataforma.
- Realizar pruebas simuladas con los diversos escenarios que tienen actualmente las envasadoras con su proceso de carga y descarga de GLP.
- Determinar los tipos de sensores que deben ser instalados para gestionar de forma automatizada las lecturas de temperatura y volumen que hará el sistema.
- Determinar los diversos escenarios que la plataforma puede ser integrada con otros sistemas.
- Verificar la factibilidad comercial que tiene el desarrollo de la plataforma Nodrix.

6. DELIMITACION

6.1. Delimitación espacial

El problema planteado en este trabajo de investigación se delimita a la empresa Nodrix, ubicada en Santo Domingo Este, República Dominicana, específicamente a las envasadoras de GLP asesoradas por Nodrix. Parte del estudio se llevará a cabo tomando como modelo diversas envasadoras de GLP ubicadas en Santo Domingo Este, haciendo mediciones por medio de sensores y proyectando las mejoras a un plano más generalizado para conveniencia de todo el sector.

6.2. Delimitación temporal

Asimismo, este trabajo abarca conceptos que se delimitan al marco tecnológico actual (2017) tomando en cuenta diversas técnicas y recursos tecnológicos predecesores, así como también, el uso de estadísticas que datan desde el año 2001 en diversos análisis realizados en el trabajo de investigación.

7. MARCO TEORICO REFERENCIAL

7.1. IoT (Internet of Things)

Es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos o dispositivos con ciertas características de portabilidad con la Internet. Asimismo, dichos objetos podrían ser identificados y gestionados por otros equipos, de la misma manera que si lo fuesen por seres humanos.

7.2. GLP

El gas licuado del petróleo (GLP) es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo. Lleva consigo procesos físicos y químicos por ejemplo el uso de metano. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de licuar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que los GLP son una mezcla de propano y butano.

7.3. Densidad

En física y química, la densidad es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia. Usualmente se simboliza mediante la letra rho ρ del alfabeto griego. La densidad media es la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa.

Su fórmula es la siguiente:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

7.4. Aplicación Web

En la ingeniería de software se denomina aplicación web a aquellas herramientas que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de Internet o de una intranet mediante un navegador. En otras palabras, es una aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web en la que se confía la ejecución al navegador.

7.5. Sistema SaaS

Software como un Servicio, abreviadamente SaaS (del inglés: Software as a Service, SaaS), es un modelo de distribución de software donde el soporte lógico y los datos que maneja se alojan en servidores de una compañía de tecnologías de información y comunicación (TIC), a los que se accede vía Internet desde un cliente. La empresa proveedora TIC se ocupa del servicio de mantenimiento, de la operación diaria y del soporte del software usado por el cliente. Regularmente el software puede ser consultado en cualquier computador, se encuentre presente en la empresa o no.

7.6. Ingeniería de Software

Trata del establecimiento de los principios y métodos de la ingeniería a fin de obtener software de modo rentable, que sea fiable y trabaje en máquinas reales (Bauer, 1972). Esta tiene un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento de software y el estudio de estos enfoques, es decir, la aplicación de la ingeniería al software.

7.7. TIC:

El término tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tiene dos acepciones: por un lado, a menudo se usa tecnologías de la información para referirse a cualquier forma de hacer cómputo.

7.8. Cliente

En el contexto informático, el cliente es una aplicación informática o un ordenador que consume un servicio remoto en otro ordenador conocido como servidor, normalmente a través de una red de telecomunicaciones.

7.9. Internet

Es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, lo cual garantiza que las redes físicas heterogéneas que la componen formen una red lógica única de alcance mundial.

7.10. Computación en la nube

Conocida también como servicios en la nube, informática en la nube, nube de cómputo o nube de conceptos (del inglés cloud computing), es un paradigma que permite ofrecer servicios de computación a través de una red, que usualmente es Internet.

7.11. Servicio Web

Un servicio web es una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones.

7.12. Protocolo

En informática y telecomunicación, un protocolo de comunicaciones es un sistema de reglas que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellas para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física.

7.13. Indicadores KPI

Un KPI (key performance indicator), conocido también como indicador clave o medidor de desempeño o indicador clave de rendimiento, es una medida del nivel del desempeño de un proceso. El valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado de antemano y normalmente se expresa en valores porcentuales.

7.14. Sensor

Un sensor es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser, por ejemplo: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc.

8. ASPECTOS METODOLOGICOS

8.1. Tipos de investigación

El estudio a realizar en este trabajo de investigación será de tipo **mixto**, específicamente de carácter **explicativo** y **aplicado**, puesto que se busca la confección de un modelo arquitectónico que permita su aplicación directa, a través de un software, al sector productivo o entidades reales, específicamente a envasadoras de GLP, así como la puesta a disposición de los hallazgos tecnológicos en términos de diseño y metodologías que puedan aportar de forma generalizada a este tipo de negocio.

8.2. Métodos de investigación a utilizar

Debido a la naturaleza tecnológica que tiene el tema de investigación, dentro de los métodos que se aplicarán está el **método analítico** ya que se pretende establecer, de forma clara y precisa, cuáles son los elementos y requerimientos de lugar, por medio de la segmentación y descomposición de los problemas que van de lo general a lo particular. Según la enciclopedia virtual eumed.net, dicho método es aquel que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos.

Asimismo, durante el proceso de investigación, se utilizará el **método de ensayo y error** para poner a prueba el desempeño de las metodologías y algoritmos desarrollados, y así, localizar fallas que puedan ser mejoradas con el objetivo de lograr un producto de calidad industrial. Según diversas definiciones, la expresión ensayo y error, también conocida como prueba y error, es un método heurístico para la obtención de conocimiento, tanto proposicional como procedural que consiste en probar una alternativa y verificar si funciona. Si es así, se tiene una solución; de lo contrario, se intenta otra alternativa.

8.3. Técnicas de investigación

Se utilizarán diversas técnicas para el desarrollo de la investigación como son:

Entrevistas: se utilizará esta técnica dirigida a gerentes y encargados de envasadoras de GLP, con la finalidad de determinar las necesidades primordiales de los usuarios, así como también, identificar sus expectativas.

La observación de campo y laboratorio: se empleará esta técnica en cada uno de los pasos a dar, como apoyo para poder especificar los errores y desperfectos que surjan durante el proceso de desarrollo de la plataforma Nodrix.

Recolección de datos: se pretende validar los resultados de las pruebas mediante datos reales organizados por indicadores definidos durante el desarrollo de la investigación. Los resultados de dichos datos serán presentados con gráficas de modo que sea más fácil su interpretación.

9. FUENTES BIBLIOGRAFICAS

9.1. Fuentes primarias preliminares

American Petroleum Institute. (2009). Petroleum Measurement Tables: Volume Correction Factors, Volume 10. Pennsylvania State University: American Petroleum Institute.

Darío Ibarra Zavala. (2012). La Industria del GLP. México: USAID.

Pablo Escobar Vallejos. (2011). Control de venta de gas licuado de petróleo. España: Académica Española.

Ron Baker. (1993). Gas and Liquid Measurement. Austin Texas: The University of Texas.

Eberhard Wolff. (2016). Microservices: Flexible Software Architecture. Estados Unidos, Indiana: Addison-Wesley.

9.2. Fuentes secundarias

Definición: Densidad, 2017, Wikipedia
<https://es.wikipedia.org/wiki/Densidad>

Definición: GLP, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Gas_licuado_del_petr%C3%B3leo

Definición Investigación Aplicada, 2016, CienciAmérica
<http://www.uti.edu.ec/index.php/biblioteca-2/item/554-volumen3-cap6.html>

Definición de Método Empírico Analítico, 2017, DefinicionABC
<http://www.definicionabc.com/ciencia/metodo-empirico-analitico.php>

Definición: Método empírico-analítico, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_emp%C3%ADrico-anal%C3%ADtico

Definición: Ensayo y error, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_y_error

Definición: El Método Analítico, 2016, Enciclopedia virtual Eumed.net
<http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.1.htm>

Definición: Análisis de datos, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_datos

Definición: Internet de las cosas, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Internet_de_las_cosas

Definición: Aplicación web, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Aplicaci%C3%B3n_web

Definición: Software como servicio, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Software_como_servicio

Definición: Tecnologías de la información y la comunicación, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADas_de_la_informaci%C3%B3n_y_la_comunicaci%C3%B3n

Definición: Ingeniería de Software, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_software

Definición: Cliente (informática), 2017, Wikipedia
[https://es.wikipedia.org/wiki/Cliente_\(inform%C3%A1tica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Cliente_(inform%C3%A1tica))

Definición: Intenet, 2017, Wikipedia
<https://es.wikipedia.org/wiki/Internet>

Definición: Computación en la nube, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Computaci%C3%B3n_en_la_nube

Definición: Servicio Web, 2017, Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_web

9.3. Misceláneos

Métodos y técnicas de investigación, 2008, Gestipolis
<https://www.gestipolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

Prof. María Soledad Fabbri, Las técnicas de investigación: la observación. 1998,
Universidad Nacional de Rosario
<http://www.fhumyar.unr.edu.ar/escuelas/3/materiales%20de%20catedras/trabajo%20de%20campo/solefabri1.htm>

10. TABLA DE CONTENIDO PRELIMINAR

Carátula

Agradecimientos

Dedicatoria

Tema

Resumen Ejecutivo

Índice General

Planteamiento del Problema

Objetivos de la Investigación

Contenido y desarrollo

1. Aspectos Generales

- 1.1. Resumen
- 1.2. Antecedentes
- 1.3. Automatización y control industrial
- 1.4. Internet of Things
- 1.5. Control y monitoreo remoto

2. Regulaciones de la industria

- 2.1. Resumen
- 2.2. Regulaciones de INDOCAL
- 2.3. Factores de corrección
- 2.4. Estándares requeridos

3. Plataforma Nodrix

- 3.1. Resumen
- 3.2. Proceso manual
- 3.3. Arquitectura general
- 3.4. Componentes
- 3.5. Indicadores y variables
- 3.6. Integraciones con sistemas externos

5. Aspectos tecnológicos y técnicos

- 5.1. Resumen
- 5.2. Requisitos técnicos
- 5.3. Implementación en campo
- 5.4. Controles de seguridad
- 5.5. Accesibilidad
- 5.6. Casos de uso
- 5.7. Limitantes

6. Aspectos administrativos

- 6.1. Resumen
- 6.2. Beneficios tangibles e intangibles
- 6.3. Costos y factibilidad
- 6.4. Reportes asociados al sistema

Conclusión

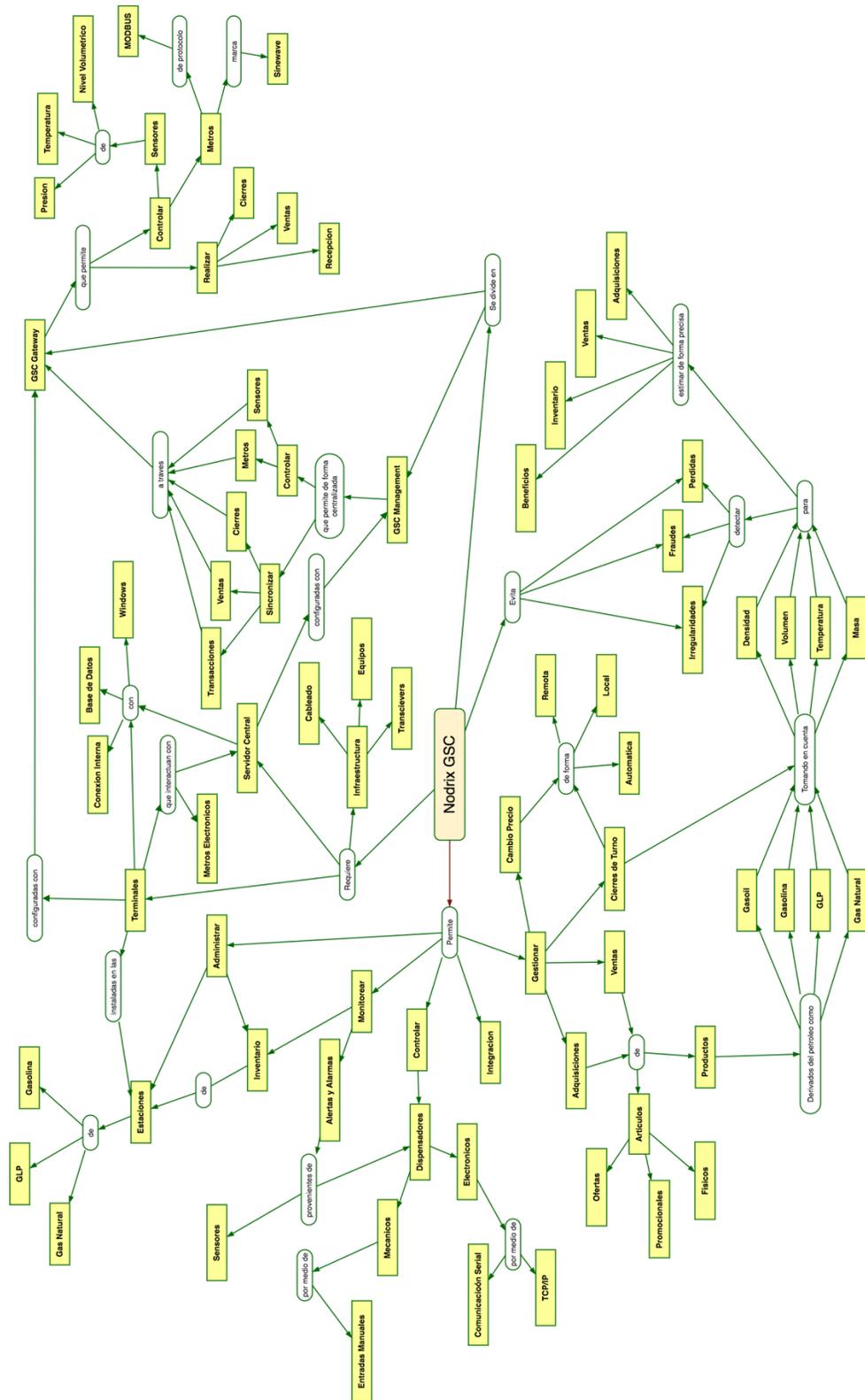
Recomendaciones

Anexos

Glosario

Datos Bibliográficos

ANEXO 2: MAPA CONCEPTUAL PRELIMINAR



ANEXO 3: BOLETA DE DESPACHO POR COASTAL



COASTAL PETROLEUM DOMINICANA, S. A.

BOLETA DE DESPACHO 89.0 %

NÚMERO: [REDACTED] **Fecha:** 18/2/15

Nombre del Cliente: [REDACTED]

Número del Cliente: 310

Número de Compra: 6666

Número de Orden: 6283

Transporta: 490

Número del Tanquero: 490008

Número del Portador: G-08

Capacidad en Agua: 10950

Número del Conductor: 490008

Hora de Entrada: 06:22:20

Hora de Salida: 06:50:22

Peso al llegar (lb): 40700

Peso al salir (lb): 80980

Peso Neto (lb): 40280

Peso Neto (kg): 18270.89

Peso Neto (TM): 18.27089

Sellos Desde:

Sellos Hasta:

DESPACHADO POR:

RECIBIDO POR:

Nombre del Proveedor: COASTAL PETROLEUM DOMINICANA

Número del Proveedor: 1

Número y Nombre del Producto	Brazo Llenador	Metro Inicio	Metro Final	Temp °F	Densidad Observada	Galones 60°F	Galones Ambiente
2001 GLP con Aditivo	Preset_03	12739850	12749015	71.58	0.51344	9164	9301
Total						GLP con Aditivo	9164 9301

Total de Etil. Mercaptano Inyectado: 711 cc 0.1879 gals

DIRECCION GENERAL DE ADUANAS
 Administración de San Pedro de Macoris
 Unidad de Hidrocarburos
DESPACHO DE COMBUSTIBLES
 Firma: [Signature] 18/2/15
 Fecha: [Signature]

Bianco - Original Verde - Contabilidad Amarillo - Contabilidad Rosa - Terminal Azul - Cliente Verde - Aduana

ANEXO 4: FORMULARIO PARA CUADRE DE PLANTA

CUADRE DIARIO PLANTA					
PLANTA: _____					FECHA: _____
					HORA CUADRE: _____
					HORA VALIJA: _____
INV. INICIAL					
INV. FINAL					
	CAPACIDAD	%	GLS.	PRESION	TEMP.
INV. FINAL TANQUE					
EXISTENCIA EN COLA			COMPRA (V. 60 GRADOS)		
FICHA	GALONAJE		No. CONDUCE	GALONAJE	
EN COLA GLS			COMPRA GLS		
PRECIO					
METRO	M1	M2	M3	M4	M5
INICIAL					
FINAL					
GALONES					
TOTAL RD\$					
METRO	M6	M7	M8	M9	M10
INICIAL					
FINAL					
GALONES					
TOTAL RD\$					
TOTAL GALONES			TOTAL VENTAS	RD\$	
EFFECTIVO (+)	_____		PROMOCION (-)	_____	
CHEQUES (+)	_____		CREDITOS (-)	_____	
MONEYGAS (+)	_____		VALES (-)	_____	
			TARJETA CREDITO (-)	_____	
			BONOGAS (-)	_____	
SUB-TOTAL	_____		SUB-TOTAL	_____	
DEPOSITO #1	RD\$ _____				
DEPOSITO #2	RD\$ _____				
RESULTADO OPERACIONAL DIARIO	GALONES				
INV. FINAL ESTIMADO					
OVER (+) SHORT (-)					
			INICIAL+COMPRAS - VENTAS		
			FINAL- INV. FINAL ESTIMADO		

ANEXO 5: PRESUPUESTO DESARROLLO COMPLETO

Categoría	Costos		Gastos y compras												Totales		Porcentajes				
	Servicio o recurso	Unidad	Cantidad	Subtotal	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Recurso	Categoría	Recurso	Categoría	
Oficina	Aquiler inmueble	310.00	1	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	3,720.00		2.39%		
	Material gastable	45.00	1	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	540.00		0.35%		
	Servicio de energía eléctrica	130.00	1	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	1,560.00		1.00%		
	Servicio de internet	80.00	1	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	960.00	11,340.00		0.35%	7.01%
	Servicio de telefonía	45.00	1	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	540.00		0.35%		
	Servicios del ayuntamiento	35.00	1	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	420.00		0.27%		
	Imprevistos	300.00	1	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	3,600.00		2.31%		
	Periféricos	20.00	6	120.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120.00		0.08%		
	Computador portátil	1,200.00	4	4,800.00	4,800.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,800.00		3.08%		
	Computador de escritorio	780.00	6	4,680.00	4,680.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,680.00		3.00%		
Monitor	180.00	10	1,800.00	1,800.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,800.00		1.16%			
Equipos cómputos	1,500.00	2	3,000.00	3,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,000.00		1.93%			
Dispensador de prueba	2,500.00	2	5,000.00	5,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,000.00	21,360.00		3.21%	13.71%	
Emulador inalámbrico	130.00	2	260.00	260.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	260.00		0.17%			
Switch	50.00	1	50.00	50.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.00		0.03%			
Proyector	800.00	1	800.00	800.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800.00		0.51%			
Impresora	350.00	1	350.00	350.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	350.00		0.22%			
Otros	500.00	1	500.00	500.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500.00		0.32%			
Mobiliario	Inversor 1500W	200.00	1	200.00	200.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200.00		0.13%			
	Escritorio	280.00	10	2,800.00	2,800.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,800.00		1.80%			
	Batería 12v	150.00	8	1,200.00	1,200.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,200.00		0.77%			
	Cableado	500.00	1	500.00	500.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500.00	8,390.00		0.32%	5.39%	
	Pizarra	30.00	3	90.00	90.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90.00		0.06%			
	Asiento	180.00	10	1,800.00	1,800.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,800.00		1.16%			
	Estantería	500.00	3	1,500.00	1,500.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500.00		0.96%			
	Misceláneos	300.00	1	300.00	300.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300.00		0.19%			
	Arquitectura	1,900.00	1	1,900.00	1,900.00	1,900.00	1,900.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,700.00		3.66%		
	Análisis de Negocio	1,100.00	1	1,100.00	1,100.00	1,100.00	1,100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,300.00		2.12%		
Desarrollo (Fuera Laboral)	Analista y Tester	1,150.00	2	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00	25,300.00		16.24%			
Programación	1,350.00	3	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	4,050.00	44,550.00	100,150.00		28.60%	64.30%	
Asesoría Técnica	950.00	1	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	11,400.00		7.32%			
Diseño Gráfico	900.00	1	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	9,900.00		6.46%			
Licenciamiento	Licencia Visual Studio	400.00	3	1,200.00	1,200.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,200.00		0.77%			
	Visual Studio Team Services	30.00	1	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	360.00		0.23%			
	Licencia Windows	150.00	10	1,500.00	1,500.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,500.00	4,620.00		0.96%	2.97%	
	Servidor dedicado en la nube	130.00	1	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	1,560.00		1.00%			
Mercadeo (Fuera Laboral)	Publicidad	450.00	1	450.00	-	-	-	-	-	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	2,700.00		1.73%		
	Ventas	600.00	1	600.00	-	-	-	-	-	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	3,600.00		2.31%		
Totales	Administrador de medios sociales	600.00	1	600.00	-	-	-	-	-	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	3,600.00		2.31%		
																	15,740.00		100%		
					37,505.00	12,345.00	12,345.00	9,505.00	9,505.00	9,505.00	9,505.00	9,505.00	10,955.00	10,955.00	10,955.00	10,955.00	155,740.00		100%		

ANEXO 6: PRESUPUESTO MANTENIMIENTO COMPLETO

Categoría	Costos		Gastos y compras												Totales		Porcentajes			
	Servicio o recurso	Unidad	Cantidad	Subtotal	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Recurso	Categoría	Recurso	Categoría
Oficina	Alquiler inmueble	310.00	1	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	310.00	3,720.00		3,720.00	3.24%
	Materiales gastables	45.00	1	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	540.00		540.00	0.47%
	Servicio de energía eléctrica	130.00	1	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	1,560.00		1,560.00	1.36%
	Servicio de internet	80.00	1	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	960.00		960.00	0.83%
	Servicio de telefonía	45.00	1	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	540.00		540.00	0.47%
	Servicios del ayuntamiento	35.00	1	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	420.00		420.00	0.37%
	Impresarios	300.00	1	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	3,600.00		3,600.00	3.13%
Mantenimiento (Fuera Laboral)	Analista y Tester	1,150.00	1	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	1,150.00	13,800.00		13,800.00	12.00%
	Programación	1,350.00	1	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	1,350.00	16,200.00		16,200.00	14.09%
	Asesoría Técnica	950.00	1	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	950.00	11,400.00		11,400.00	9.92%
	Diseño Gráfico	900.00	1	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00	10,800.00		10,800.00	9.39%
Licenciamiento	Licencia Visual Studio	400.00	1	400.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400.00		400.00	0.35%
	Visual Studio Team Services	30.00	1	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	360.00		360.00	0.31%
	Licencia Windows	150.00	3	450.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450.00		450.00	0.39%
Despliegue (Fuera Laboral)	Servidor dedicado en la nube	130.00	1	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	1,560.00		1,560.00	1.36%
	Soporte Técnico	540.00	2	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	12,960.00		12,960.00	11.27%
	Administrador de Sistemas	650.00	1	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	650.00	7,800.00		7,800.00	6.78%
	Transporte	450.00	1	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	5,400.00		5,400.00	4.70%
	Publicidad	450.00	1	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	5,400.00		5,400.00	4.70%
Mercadeo (Fuera Laboral)	Ventas	600.00	1	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	7,200.00		7,200.00	6.26%
	Capacitación	450.00	1	450.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450.00		450.00	2.35%
	Administrador de medios sociales	600.00	1	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	7,200.00		7,200.00	6.26%
Totales				10,585.00	9,285.00	114,570.00		114,570.00	100%											