

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA
AMPLIACIÓN DE GASOCENTRO PARA LA
VENTA AL PÚBLICO DE GNV**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

MIGUEL AUGUSTO FERNÁNDEZ ZAVALA

PROMOCIÓN 2011 – I

LIMA-PERÚ

2014

DEDICATORIA

A mis padres Eliana y Miguel por todo
el esfuerzo que siempre han hecho
para darme estudios y apoyarme a lo
largo de todos estos años de mi vida.

INDICE

PROLOGO	1
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVO.....	4
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.3 EVALUACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.4 ALCANCES	6
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	7
2.1 ESTABLECIMIENTOS DE VENTA DE COMBUSTIBLES Y GASOCENTROS	7
2.1.1 <i>Definiciones</i>	7
2.1.2 <i>Clasificación</i>	10
2.1.3 <i>Áreas Clasificadas</i>	12
2.2 APLICACIÓN DE REGLAMENTOS Y NORMAS TÉCNICAS	20
2.2.1 <i>Decreto Supremo 006-2005-EM</i>	20
2.2.2 <i>Distanciamiento mínimo de seguridad según la Norma Técnica Peruana</i> - <i>NTP 111.019</i>	27
2.2.3 <i>Distanciamiento mínimo de seguridad según la Norma Técnica Peruana</i> - <i>NTP 111.031</i>	29
2.2.4 <i>Aplicación del GNC a gasocentros de GNV</i>	31

2.3	COMPONENTES Y EQUIPOS PARA LA INSTALACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.....	32
2.3.1	<i>Subestación eléctrica</i>	33
2.3.2	<i>Acometidas eléctricas</i>	33
2.3.3	<i>Tableros y equipos eléctricos</i>	33
2.3.4	<i>Sistema de iluminación a prueba de explosión</i>	34
2.3.5	<i>Sistema de detección de gases</i>	34
2.3.6	<i>Sistema de control y carga inteligente</i>	34
2.3.7	<i>Pulsadores de parada de emergencia</i>	35
2.3.8	<i>Sistema de protección catódica</i>	35
2.3.9	<i>Sistema de puesta a tierra</i>	35
2.4	ECUACIONES UTILIZADAS EN EL DISEÑO DEL CASO DE ESTUDIO ..	36
2.4.1	<i>Motores de inducción</i>	36
2.4.2	<i>Cargas tipo resistivas</i>	37
2.4.3	<i>Sección del conductor eléctrico</i>	37
2.4.4	<i>Caída de tensión</i>	38
2.4.5	<i>Diámetro de tuberías PVC / Conduit</i>	40
2.4.6	<i>Protección contra sobrecargas</i>	41
2.4.7	<i>Puesta a tierra</i>	41
 CAPÍTULO III		
	METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	43
3.1	ANÁLISIS SITUACIONAL DEL ESCENARIO (LA AMPLIACIÓN)	43
3.1.1	<i>Situación del gasocentro previa a la solución</i>	43
3.1.2	<i>Requerimientos de ampliación</i>	46
3.2	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	52
3.2.1	<i>Diseño de la propuesta</i>	52
3.2.2	<i>Diseño de la solución final</i>	62
3.3	IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	64
3.3.1	<i>Identificación de componentes y equipos a instalar</i>	65
3.3.2	<i>Identificación de acometidas eléctricas y canalizaciones a instalar</i>	68
3.3.3	<i>Identificación de trabajos previos de otras disciplinas</i>	79
3.4	COSTOS Y CRONOGRAMA DE TRABAJOS	81
3.5	EJECUCIÓN Y RESULTADOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	86

3.5.1	<i>Construcción de recintos y áreas de trabajo</i>	86
3.5.2	<i>Construcción de buzones, zanjas y canaletas eléctricas</i>	89
3.5.3	<i>Montaje, entubado y conexiónado de tableros y equipos eléctricos</i>	91
3.5.4	<i>Resultados de la implementación de equipos de GNV</i>	99
3.5.5	<i>Pruebas finales con Gas Natural</i>	101
CONCLUSIONES		103
BIBLIOGRAFÍA		104
ANEXOS		106

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1 Distancias de seguridad	29
Figura 2.2 Máximas Caídas de Tensión Permitidas en un Circuito	39
Figura 3.1 Esquema de las instalaciones existentes del Gasocentro	44
Figura 3.2 Propuesta (1/2) – Distribución en Patio de Almacenamiento y Compresión.....	50
Figura 3.3 Propuesta (2/2) – Distribución en Patio de Maniobras	51
Figura 3.4 Áreas clasificadas en patio de maniobras	77
Figura 3.5 Áreas clasificadas en patio de compresión y almacenamiento.....	78
Figura 3.6 Diagrama de Gantt 1/2	82
Figura 3.7 Diagrama de Gantt 2/2	83
Figura 3.8 Construcción de la Sala de Tableros	86
Figura 3.9 Construcción de la Sala de Sistemas	87
Figura 3.10 Construcción del recinto de la PRC	87
Figura 3.11 Construcción del patio de almacenamiento.....	87
Figura 3.12 Construcción de losa de Compresor de Gas.....	88
Figura 3.13 Canopys de Islas de Despacho Existentes	88
Figura 3.14 Dos Canopys nuevos para despacho de GNV.....	88
Figura 3.15 Distribución de tuberías para acometidas en Buzón Eléctrico	89
Figura 3.16 Zanjas Eléctricas en Patio de Maniobras.....	89
Figura 3.17 Zanjas Eléctricas en Islas de Despacho de GNV	90
Figura 3.18 Zanjas Eléctricas para acometida del Compresor de Gas	90
Figura 3.19 Canaletas Eléctricas en recintos y áreas del proyecto.....	90
Figura 3.20 Tablero de Distribución General en 440V.....	91
Figura 3.21 Tablero de Distribución General en 220V.....	91
Figura 3.22 Tablero de Auxiliares.....	92
Figura 3.23 Equipos electrónicos para energía estabilizada: UPS 3kVA, Transformador de Aislamiento y Banco de Baterías.	92
Figura 3.24 Equipos electrónicos: Central de Detección de Gas.	92
Figura 3.25 Instalación de Compresor de Aire para válvulas comandadas.	93
Figura 3.26 Montaje de tubería conduit, ingreso a Sala de Sistemas	93
Figura 3.27 Instalación y conexionado de tablero de Energía Estabilizada	94

Figura 3.28 Conexionado de Tableros Energía Estabilizada.....	94
Figura 3.29 Instalación de Consola de Interface.....	94
Figura 3.30 Compresor de Gas montado en Área de Compresores	95
Figura 3.31 Acometida eléctrica y cables de llegada del Compresor de Gas.....	95
Figura 3.32 Planta Reguladora Compacta sin acometida.	95
Figura 3.33 Acometidas a Tablero de Fuerza y Control de la PRC.	96
Figura 3.34 Cajas Antiexplosivas para acometidas de resistencias 45kW.	96
Figura 3.35 Equipos de Iluminación Clase I División I dentro de Recinto.....	96
Figura 3.36 Detector de Fuga de Gas de la PRC	97
Figura 3.37 Montaje de estructuras metálicas en patio de almacenamiento	97
Figura 3.38 Instalación de la instrumentación (válvula de comando, transductor de presión, detector de gas) para cada Módulo de Almacenamiento (MAT).	97
Figura 3.39 Conexionado de caja eléctrica en dispensadores	98
Figura 3.40 Montaje e instalación de detectores de gas en Dispensador.....	98
Figura 3.41 Módulos de Almacenamiento, Transporte (MAT) y su instrumentación.....	99
Figura 3.42 Área de Compresores: Compresor de Gas y reserva a Futuro.	99
Figura 3.43 Planta Reguladora Compacta Instalación Final.	100
Figura 3.44 Nuevos Canopys de Islas de despacho de GNV.	100

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1 Distancia de puntos de emanación de gases a líneas eléctricas aéreas	22
Tabla 3.1 Tanques existentes	46
Tabla 3.2 Cargas involucradas en el proyecto	53
Tabla 3.3 Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Propuesta Inicial) – Cargas en 440V	54
Tabla 3.4 Sección del conductor y Caída de Tensión (P. Inicial) – Cargas en 440V	55
Tabla 3.5 Configuración eléctrica y selección de tubería (P. Inicial) – Carga en 440V	56
Tabla 3.6 Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Solución Final) – Cargas en 220V	57
Tabla 3.7 Selección del conductor y Caída de Tensión (P. Inicial) – Cargas en 220V	58
Tabla 3.8 Configuración eléctrica y selección de tubería (P. Inicial) – Carga en 220V	59
Tabla 3.9 Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Propuesta Inicial) – Cargas en Subestación Eléctrica	60
Tabla 3.10 Selección del conductor y Caída de Tensión (P. Inicial) – Carga en Subestación Eléctrica	61
Tabla 3.11 Configuración eléctrica y selección de tubería (P. Inicial) – Carga en Subestación Eléctrica	61
Tabla 3.12 Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Solución Final) – Cargas en Subestación Eléctrica	63
Tabla 3.13 Selección del conductor y Caída de Tensión (S. Final) – Carga en Subestación Eléctrica	63
Tabla 3.14 Configuración eléctrica y selección de tubería (S. Final) – Carga en Subestación Eléctrica	63
Tabla 3.15 Lista de equipos y componentes a instalar	65
Tabla 3.16 Lista de acometidas eléctricas a instalar	68
Tabla 3.17 Señales de control, datos y comunicación	70
Tabla 3.18 Canalizaciones para las acometidas eléctricas	72

Tabla 3.19 Canalizaciones para las señales de control y datos	75
Tabla 3.20 Obras civiles y estructuras metálicas necesarias.....	79
Tabla 3.21 Presupuesto del Proyecto.....	84

PROLOGO

En este informe se expone el proyecto de instalaciones eléctricas de la ampliación de un gasocentro para la venta al público de GNV.

El presente informe tiene como objetivo principal describir las consideraciones del trabajo de ingeniería en el diseño y construcción de las instalaciones eléctricas que sirvan para el nuevo equipamiento de la “Estación de Servicio con Gasocentro de GLP” con el que se ampliará y expenderá Gas Natural Vehicular (GNV) al público. Para el diseño se tienen en cuenta la preexistencia de las instalaciones pertenecientes a los Sistemas de despacho de GLP y Combustibles Líquidos, por lo cual se deben considerar el desarrollo del nuevo Sistema de GNV respetando las características de distribución existentes y las distancias mínimas de seguridad reglamentadas.

El diseño de la ingeniería y ejecución de las obras eléctricas para la ampliación del gasocentro fue realizada por INGENSTAL S.A.C., empresa en la cual el autor labora, bajo la revisión y aprobación de Osinergmin de tal manera que satisficiera sus requerimientos, tanto mecánicos como eléctricos. El enfoque del presente informe es en la disciplina eléctrica, en el cual el autor del mismo participó.

El Informe de suficiencia está organizado en tres capítulos principales:

Capítulo I “Introducción”.- En el cual se realiza el planteamiento del problema, se determinan los objetivos, se realiza la evaluación de la problemática y finalmente se establece los alcances del trabajo.

Capítulo II “Marco Teórico Conceptual”.- En este capítulo desarrollan varios aspectos principales: Los establecimientos de venta de combustibles, los aspectos normativos/legales, finalmente las consideraciones técnicas de diseño de instalaciones eléctricas, los métodos de cálculo respectivos.

Capítulo III “Metodología de la solución del problema”.- Este capítulo presenta el desarrollo del proyecto de instalaciones eléctricas de la ampliación de gasocentro para la venta al público de GNV. Preliminarmente se realiza el análisis situacional, es decir, se presenta la situación actual del gasocentro así como los requerimientos para la ampliación, es decir, como debe quedar. Posteriormente se presentan el diseño de las instalaciones eléctricas y seguidamente las implementación y pruebas de las mismas. Se finaliza presentando los costos, el cronograma de trabajos y los resultados del proyecto.

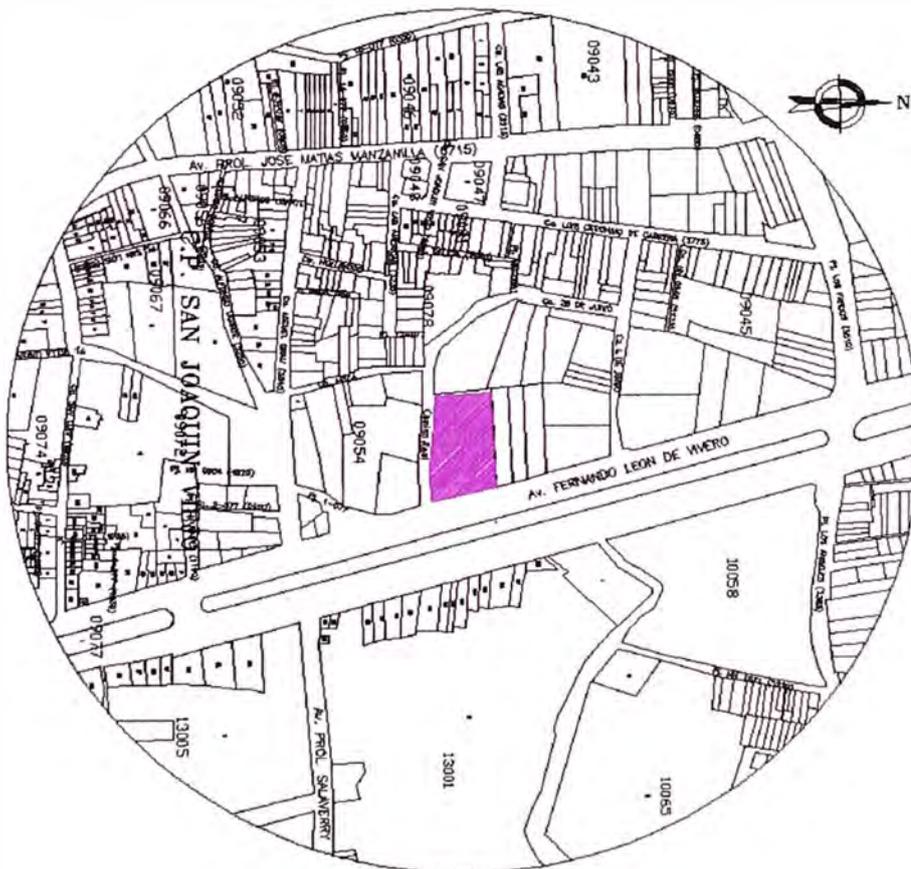
CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se desarrolla el propósito del informe de suficiencia, se expone lo que se desea lograr, así como el método de trabajo y los alcances del mismo.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El caso de estudio es una Estación de Servicio con Gasocentro de GLP ubicado en el distrito, provincia, departamento de Ica, en la carretera Panamericana Sur.



La Estación de Servicio con Gasocentro de GLP tiene la necesidad de contar con las adecuadas instalaciones eléctricas para completar la ampliación de sus servicios para venta de GNV.

La Estación de Servicio ya expende combustibles líquidos y GLP y la ampliación contempla nuevos equipos para despacho de GNV.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo General

Diseñar y construir las instalaciones eléctricas que sirvan al nuevo equipamiento de la “Estación de Servicio con Gasocentro de GLP” con el que se ampliará y expenderá Gas Natural Vehicular (GNV) al público.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar el escenario inicial de los sistemas preexistentes pertenecientes al proyecto y realizar una propuesta de distribución de acuerdo a las necesidades y proyecciones del cliente, cumpliendo con los distanciamientos mínimos de seguridad establecidos por las normas y reglamentos vigentes.
- Realizar el diseño las instalaciones eléctricas para la propuesta inicial y para el requerimiento final del cliente, determinando las cargas eléctricas del proyecto, selección de conductores eléctricos, canalizaciones y protección eléctrica de acuerdo a las normas y reglamentos vigentes.
- Desarrollar la implementación de las instalaciones eléctricas cumpliendo con lo propuesto en el diseño y realizar las pruebas operativas finales.

1.3 EVALUACIÓN DEL PROBLEMA

El negocio de la venta de Gas Natural Vehicular en la región Ica empezó en Junio del 2011 con el primero gasocentro de GNV con cuatro surtidores dobles y un surtidor de alto caudal [1].

Hoy existen 5 estaciones de servicio con gasocentros de GNV y una creciente expectativa en cuanto a su distribución y consumo.

El relativo éxito que mantiene la masificación del gas natural en Lima desde su implementación en el año 2004 genera una gran expectativa en las demás regiones del país que demandan con urgencia disponer de gas natural para dinamizar su desarrollo económico y social. Esto no excluye a la región Ica que recientemente en el año 2012 fue incluida en el proceso de masificación del gas natural. Actualmente este proceso no puede darse a corto plazo por los medios convencionales, por ello se busca facilitar el transporte por medios no convencionales, en este caso “gasoductos virtuales” [2].

Ante este posible incremento en la demanda de GNV, en el año 2012, la estación de servicio con gasocentro “El Ovalo” ubicada en la Panamericana Sur en la región Ica, y cuyo negocio es la venta al público de GLP y combustibles líquidos, a fin de incrementar la rentabilidad de su negocio evaluó la posibilidad de ampliar su actual estación de servicio y adecuarlo para la venta al público de GNV.

De esta manera surge para el cliente (la estación de servicios “El Ovalo”) la necesidad de ampliar el establecimiento para venta de GNV en la estación de servicio con gasocentro de GLP. Para ello el cliente requiere que una empresa certificada por Osinergmin para el diseño y construcción de establecimiento de expendio de combustibles, satisfaga sus requerimientos, tanto mecánicos como

eléctricos. Es así que el autor del presente informe participa del proyecto de ampliación en la parte eléctrica.

1.4 ALCANCES

El informe se enfoca en los aspectos eléctricos más no en los mecánicos, dado que el dimensionamiento de equipos, su cantidad, características y ubicación, son determinados por un ingeniero mecánico especialista en coordinación directa con el cliente.

Con el nuevo escenario establecido es que en este informe se explica la metodología para el diseño e implementación de las instalaciones eléctricas tomando en consideración todos los aspectos normativos existentes.

Para ello se consideró necesario resaltar algunos aspectos conceptuales como explicar lo referente a los establecimientos de venta de combustibles, los aspectos normativos/legales, así como las consideraciones técnicas de diseño de instalaciones eléctricas.

El informe desarrolla la solución del problema mediante el análisis situacional del nuevo escenario (la ampliación), para posteriormente presentar el diseño de las instalaciones eléctricas y finalmente la implementación y pruebas de las instalaciones eléctricas, complementariamente se hará un alcance de los costos y cronograma de trabajos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En este capítulo desarrollan varios aspectos principales: Los establecimientos de venta de combustibles, los aspectos normativos/legales, finalmente las consideraciones técnicas de diseño de instalaciones eléctricas, los métodos de cálculo respectivos.

2.1 ESTABLECIMIENTOS DE VENTA DE COMBUSTIBLES Y GASOCENTROS

En esta sección se desarrolla preliminarmente las definiciones que se manejarán, luego se explicará la clasificación de establecimientos, y finalmente se precisará lo relacionado al concepto de Áreas Clasificadas [3].

2.1.1 Definiciones

Se deben tener en cuenta las siguientes:

Gas Natural: Mezcla de hidrocarburos que se encuentran en fase gaseosa, compuesta principalmente por metano.

Gas Natural Comprimido (GNC): Gas Natural que ha sido sometido a compresión en una Estación de Compresión, a una presión igual o mayor a 200 bar, para su posterior almacenamiento, transporte y/o comercialización. Debido al proceso adicional de compresión, el GNC se considera como un producto diferente al Gas Natural que el Concesionario suministra por la red de Distribución.

Gas Natural Vehicular (GNV): Gas Natural empleado como combustible vehicular que se encuentre sometido a compresión para su posterior almacenamiento en cilindros de GNV. Este combustible es considerado como un producto diferente al Gas Natural que el Concesionario suministra por la Red de Distribución.

Equipos y accesorios para la venta al público de GNV: Conjunto de elementos que se instalan en los Establecimientos para el expendio de GNV, y que están compuestos por compresores, cilindros de almacenamiento, recintos de protección, equipos integrados, tuberías, válvulas, dispensadores, mangueras, instrumentos de lectura, sistemas de control de carga y demás accesorios.

Estación de compresión: Establecimiento que cuenta con los equipos necesarios para realizar el proceso de compresión y almacenamiento para su posterior transporte y comercialización de GNC. Puede ser instalado dentro de los Establecimientos de Venta al Público de GNV, así como en Estaciones de Servicios y Gasocentros de GLP que cuenten o no con equipos y accesorios para la venta de GNV.

Batería de cilindros para almacenamiento de GNV: Conjunto de cilindros, vinculados entre sí mediante colector para actuar como una sola unidad, a instalarse en los Establecimientos de Venta al Público de GNV, con destino a almacenar Gas Natural a presión de suministro.

Cilindros de GNV: Recipiente cilíndrico especialmente diseñado y fabricado para almacenar GNV.

Dispensador o surtidor para el expendio de GNV: Unidad de suministro utilizada para el expendio de GNV y que cuenta con un sistema de medición para la compensación a condiciones estándar, cuyo objetivo es transferir GNV desde el sistema de compresión o batería de cilindros para almacenamiento, al cilindro del vehículo. En el caso de Establecimientos de Venta al Público de GNV debe

registrar el volumen de gas transferido y el importe en unidades monetarias del volumen transferido; en el caso de Consumidor Directo de GNV debe registrar como mínimo el volumen de gas transferido.

Dispositivo identificador de control de carga de GNV: Dispositivo electrónico instalado en el vehículo, que almacena, procesa y canaliza información relacionada a la carga de GNV.

Isla de GNV: Es la construcción superficial destinada para la instalación de dispensadores para el expendio de GNV o equipos integrados de compresión y despacho de GNV.

Patio de maniobras y de carga de un establecimiento de venta al público de GNV: Sector del Establecimiento de Venta al Público de GNV destinado al movimiento vehicular para su abastecimiento de GNV.

Sistema de control de carga de GNV: Sistema computarizado que almacena información suministrada por todos los agentes relacionados con dicho sistema y que permite identificar si un vehículo está apto para cargar GNV.

Establecimiento de venta al público de GNV: Bien inmueble donde se vende al público GNV para uso automotor a través de dispensadores. A su vez, se pueden vender otros productos como lubricantes, filtros, baterías, llantas y demás accesorios; así como prestar otros servicios en instalaciones adecuadas y aprobadas por el OSINERGMIN.

Punto de emanación de gases: Lugar donde puede existir una presencia de gases combustibles por efecto de la misma operación, tales como puntos de carga, Dispensadores de despacho de GNV, extremo de la tubería de venteo de la válvula de seguridad del almacenamiento de GNV, extremo de la tubería de venteo de las válvulas de seguridad de cada etapa de compresión del compresor y descargas de las válvulas servo comandadas, los extremos de desfogue de las

tuberías de ventilación (venteos), conexión rápida de las mangueras de alta presión, entre otros.

Unidad de trasvase de GNC: Conjunto de instalaciones de recepción, almacenamiento y trasvase del GNC, que permiten efectuar la descarga a instalaciones fijas de los consumidores directos de GNC y/o establecimientos de venta al público de GNV o estaciones de servicio en donde se expendan GNV.

Abastecimiento no tradicional: gasoductos virtuales.- Es un Sistema de transporte de gas natural por módulos de cilindros o recipientes tubulares (GNC), este está diseñado para suministrar gas natural en forma rápida, sencilla, y está conformado por un conjunto de módulos que permiten montar en una Unidad de Transporte, sin las limitaciones físicas o económicas típicas de los sistemas de transporte tradicional de gas. Los gasoductos virtuales son usados para alimentar estaciones para Servicio de GNV a vehículos, redes de distribución para uso domiciliario, industrias en general, sistemas de generación de energía, etc.

2.1.2 Clasificación

Los establecimientos de venta al público de combustibles son instalaciones en un bien inmueble donde los combustibles son objeto de recepción, almacenamiento y venta al público. En el país, también se les denomina Estaciones de Servicio, Grifos, Grifos Flotantes, Grifos Rurales y Grifos en la vía pública.

a. Grifo

Establecimiento de Venta al Público de Combustibles Líquidos, dedicado a la comercialización de combustibles a través de surtidores y/o dispensadores, exclusivamente. Puede vender GLP envasado en cilindros

portátiles con capacidad individual de hasta diez (10) kg, sujetándose a las demás disposiciones legales sobre la materia. Asimismo, podrá vender lubricantes, filtros, baterías, llantas y accesorios para automotores.

b. Gasocentro (Local de venta al público de GLP para uso automotor)

Instalación en un bien inmueble para la venta de GLP exclusivamente para uso automotor a través de Dispensadores, el mismo que deberá contar con la autorización de la DGH.

c. Servicios adicionales en los establecimientos de venta

Los Establecimientos de Venta podrán prestar otros servicios, para lo cual deberán contar con la aprobación previa de OSINERGMIN, tales como:

Lavado y engrase, previa construcción de un sistema para la separación de sólidos y grasas (trampa de sólidos y grasas).

Cambio de aceite y filtros.

Venta de llantas, lubricantes, aditivos, baterías, accesorios y demás artículos afines.

Cambio y reparación de llantas, alineamiento y balanceo.

Trabajos de mantenimiento automotor.

Venta de artículos propios de un “minimercado”.

Venta de GLP envasado para uso doméstico.

Cualquier otra actividad comercial ligada a la prestación de servicios al público en sus Instalaciones, sin interferir con su normal funcionamiento, ni afectar la seguridad del establecimiento.

d. Grifo rural

Establecimiento de Venta al Público de Combustibles, ubicado en zonas o áreas clasificadas como tal por la Municipalidad Provincial respectiva.

Puede ser autorizado a almacenar combustibles en cilindros.

e. Grifo flotante

Establecimiento de venta al público de combustibles no autopropulsado, anclado o asegurado en un lugar fijo ubicado en el mar, río o lago, que cuenta con tanques de almacenamiento en tierra o en el artefacto flotante destinado para la venta de Combustibles Líquidos Derivados de los Hidrocarburos, exclusivamente a embarcaciones, a través de surtidores y/o dispensadores. Asimismo, podrá vender Lubricantes y otros artículos conexos.

2.1.3 Áreas Clasificadas

Se denomina como áreas clasificadas, debido que en estas áreas pueden existir vapores inflamables; es necesario conocer este tipo de ambientes, sus diversas normativas que regulan sus actividades y consideraciones a tomar en cuenta a la hora de efectuar trabajos en áreas o atmósferas clasificadas o peligrosas.

Estas áreas se clasifican:

a. Por clase:

La clasificación de áreas es un método de análisis que se aplica al medio ambiente donde pueden existir gases, nieblas o vapores inflamables, fibras o polvos, con el fin de establecer las precauciones especiales que se deben considerar para la construcción, instalación y uso de materiales y equipos eléctricos. En instalaciones donde exista una alta probabilidad de presencia de una atmósfera explosiva se deberán utilizar equipos eléctricos con una muy baja probabilidad de crear una fuente de ignición.

En consecuencia, la clasificación de las áreas según su Clase es:

Clase I.- Se consideran como clase I, aquellos lugares donde hay o puede haber gases o vapores en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables. A su vez, las áreas peligrosas pertenecientes a la clase I se clasifican en zonas según la frecuencia de aparición y el tiempo de permanencia de una atmósfera explosiva.

Clase I / Zona 0.- Se denomina zona 0 a toda área en la cual una atmósfera explosiva está presente en forma continua o durante largos períodos.

Clase I / Zona 1.- La zona 1 es aquella en la que es probable que exista una atmósfera explosiva en operación normal.

Clase I / Zona 2.- La zona 2 comprende a aquellas áreas en las que es muy baja la probabilidad de que se produzca una atmósfera explosiva en operación normal y si esto ocurre, sólo se producirá durante un corto período de tiempo.

b. Clasificación de áreas por división.

La división indica el nivel de riesgo presente en el área a clasificar. Cuando se evalúa la división, es necesario tomar en cuenta la frecuencia de escape y el nivel de ventilación del área bajo estudio. En este trabajo consideraremos dos divisiones:

División I.- En esta división se encuentran aquellas áreas donde bajo condiciones normales de operación o debido a labores frecuentes de reparación y mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables. Se considera área de división I, también a las que debido a rotura u funcionamiento anormal del equipo de proceso puedan liberarse gases o vapores en concentraciones inflamables y simultáneamente pueda ocurrir una falla en el equipo eléctrico.

División II.- Son consideradas en esta división, aquellas áreas donde se manejan, procesan o almacenan productos inflamables, pero en la que normalmente no existen concentraciones peligrosas, los productos se encuentran en recipientes o sistemas cerrados de los cuales solo pueden escapar en caso de rotura o funcionamiento anormal de los equipos de proceso, así como también, donde las concentraciones inflamables de gases o vapores son impedidas, mediante sistemas de ventilación positiva y por lo tanto, únicamente la falla de dichos sistemas puede dar lugar a la presencia de una atmósfera inflamable, contiguas a lugares clase I, división I, a las que puedan llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que tal comunicación sea evitada por sistemas de ventilación adecuados y se hayan previsto dispositivos para evitar la falla de dichos sistemas. En consecuencia, las áreas donde se cumplan las condiciones descritas anteriormente se clasifican como División II.

c. Clasificación de productos por GRUPO.

En general el grupo se refiere a las características de explosividad de las mezclas inflamables de gases y vapores, estas varían dependiendo del tipo de material envuelto. Así la Clase I se divide en los grupos A, B, C y D, dependiendo de la máxima intensidad de explosión y de la mínima temperatura de ignición de la mezcla considerada. También se considera como factor importante para clasificar un material en un grupo determinado, la facilidad de atenuación de una explosión de ese material en un espacio cerrado, con el fin de que no incida una explosión en cualquier mezcla inflamable circundante.

A continuación, se listan algunos elementos etiquetados según su la Clase y grupo correspondiente:

Sustancias típicas de Clase I:

Grupo A: Acetileno.

Grupo B: Hidrógeno o sustancias con un % mayor de 30% en volumen.

Grupo C: Ethil, Ether y Etileno.

Grupo D: Acetona, Ammonia, Benceno, Gasolina.

Sustancias típicas de Clase II:

Grupo E: Aluminio, Magnesio.

Grupo F: Carbón, Coque.

Grupo G: Harina, Granos, Madera, Plásticos y Químicos.

Sustancias típicas de Clase III:

Fibras naturales o sintéticas

Los establecimientos de ventas de combustibles, gasocentro de GLP y GNV son lugares en los que se almacenan y manejan sustancias volátiles e inflamables, por lo que los equipos y los materiales en el Diseño de las Instalaciones Eléctricas se seleccionan en función de la peligrosidad que representa la clase de atmósfera explosiva que exista o pueda existir en sus diferentes áreas.

De acuerdo a la clasificación descrita anteriormente, los Establecimientos de ventas de combustibles y gasocentros de GLP y GNV han sido ubicados para efectos de determinación de grado de riesgo de explosividad, dentro del grupo D, clase I, divisiones I y II.

La clasificación correspondiente al grupo D, clase I, división I, incluye áreas donde los líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables son transportados de un recipiente a otro.

Sus características son las siguientes:

- Áreas en las cuales la concentración de gases o vapores existe de manera continua, intermitente o periódicamente en el ambiente, bajo condiciones normales de operación.
- Zonas en las que la concentración de algunos gases o vapores puede existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas de combustibles.
- Áreas en las cuales por falla del equipo de operación, los gases o vapores inflamables pudieran fugarse hasta alcanzar concentraciones peligrosas y simultáneamente ocurrir fallas del equipo eléctrico.

Las áreas clasificadas dentro del grupo D, clase I, división II, incluyen sitios donde se usan líquidos volátiles, gases o vapores inflamables que llegarían a ser peligrosos sólo en caso de accidente u operación anormal del equipo.

Estas áreas tienen las características siguientes:

- Áreas en las cuales se manejan o usan líquidos volátiles o gases inflamables que normalmente se encuentran dentro de recipientes o sistemas cerrados, de los que pueden escaparse sólo en caso de ruptura accidental u operación anormal del equipo.
- Áreas adyacentes a zonas de la clase I división I, en donde las concentraciones peligrosas de gases o vapores pudieran ocasionalmente llegar a comunicarse.

d. Extensión de las áreas peligrosas

Se desarrolla a continuación lo referente al dispensador, a los tanques de almacenamiento subterráneos, a las ventilas de tanques, a las fosas y trincheras, a las edificaciones, a la vía Pública, y a los equipamientos eléctricos:

i. Dispensador

Se considera dentro de la clase I división I, al volumen encerrado dentro del dispensador y su contenedor, así como al espacio comprendido dentro de una esfera de un metro de radio con centro en la boquilla de la pistola.

Se considera dentro de la clase I división II, al volumen que se extiende 50 cm alrededor de la cubierta del dispensario en sentido horizontal y la altura total del mismo a partir del nivel de piso terminado, así como al volumen comprendido por 610 cm alrededor de la cubierta del dispensario en sentido horizontal y 50 cm de altura a partir del piso terminado.

ii. Tanques de Almacenamiento Subterráneos

Se considera dentro de la clase I división II, al volumen formado por la sección superior de una esfera de 150 cm de radio y centro a nivel de piso terminado y las boquillas de los depósitos enterrados, cuando sean herméticas y estén proyectadas verticalmente hasta el nivel de piso terminado. Si las boquillas se encuentran abiertas o no son herméticas, dicho volumen será clasificado dentro de la clase I división I.

Esta área de la división II se extiende hasta 800 cm de distancia horizontal medidos a partir de la boquilla y a una altura de 100 cm sobre

el nivel de piso terminado.

iii. Ventiladas de Tanques

Se considera como área de la clase I división I, al espacio comprendido dentro de una esfera con radio de 100 cm y centro en el punto de descarga de la tubería de ventilación y como clase I división II, al volumen comprendido entre dicha esfera y otra de 150 cm de radio a partir del mismo punto de referencia.

iv. Fosas y Trincheras

Todas las fosas, trincheras, zanjas y, en general, depresiones del terreno que se encuentren dentro de las áreas de las divisiones I y II, serán consideradas dentro de la clase I división I.

Cuando las fosas o depresiones no se localicen dentro de las áreas de la clase I divisiones I y II, como las definidas en el punto anterior, pero contengan tuberías de hidrocarburos, válvulas o accesorios, estarán clasificadas en su totalidad como áreas de la división II.

v. Edificaciones

Los edificios tales como oficinas, bodegas, cuartos de control, cuarto de máquinas o de equipo eléctrico que estén dentro de las áreas consideradas como peligrosas, estarán clasificadas de la siguiente manera:

Cuando una puerta, ventana, vano o cualquier otra abertura en la pared o techo de una construcción quede localizada total o parcialmente dentro de un área clasificada como peligrosa, todo el interior de la construcción quedará también dentro de dicha clasificación, a menos que la vía de comunicación se evite por medio de un adecuado sistema

de ventilación de presión positiva, de una fuente de aire limpio, y se instalen dispositivos para evitar fallas en el sistema de ventilación, o bien se separe adecuadamente por paredes o diques.

vi. Vía Pública

Cuando la extensión de las áreas peligrosas derivadas de las boquillas de los tanques de la Mini Estación de Servicio invada la vía pública, se deberán reforzar estrictamente las medidas de seguridad adecuadas y todos los accesorios eléctricos instalados en esa zona de influencia serán a prueba de explosión.

vii. Equipamientos eléctricos

Es necesario que estos equipos se encuentren certificados para trabajar según la localización peligrosa, esto por lo general se indica en la hoja de datos suministrada por todos los fabricantes de equipos en el ámbito industrial.

Para las instalaciones de un Establecimiento de Ventas de Combustibles Líquidos, GLP y GNV estos equipamientos puede ser utilizado de forma segura (Explosión Proof), en lugares donde hay o puede haber gases o vapores en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables (Clase I), donde bajo condiciones normales de operación o debido a labores frecuentes de reparación y mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables (División I), y además se encuentren presentes las siguientes sustancias: Hidrógeno o sustancias con un % mayor de 30% en volumen, Ethil, Ether, Etileno, Acetona, Ammonia, Benceno, y Gasolina (Grupos B,C, y D).

Adicionalmente estos equipos deberán contar con el certificado de fabricación que garantice dicha condición la que estará indicada en la placa de los equipos y deberá mantenerse durante la vida útil de las instalaciones.

2.2 APLICACIÓN DE REGLAMENTOS Y NORMAS TÉCNICAS

En esta sección se explican los aspectos técnicos y normativos que se realiza de acuerdo a lo dispuesto en Reglamentos y Normas Técnicas aplicables y vigentes, para la instalación y operación de Establecimientos de Venta al Público de GNV, éstos deben cumplir sobre todo con los distanciamientos mínimos de seguridad requeridos. Finalmente se explica la aplicación del GNC a gasocentros de GNV.

2.2.1 Decreto Supremo 006-2005-EM

Es el reglamento para la instalación y operación de establecimientos de venta al público de gas natural vehicular (GNV), emitido el 2005 por el Ministerio de Energía y Minas. Se resaltan los siguientes 16 artículos del referido decreto [4]:

- a. **Artículo 24.-** Distancias de los Establecimientos de Venta al Público de GNV a Estaciones y Subestaciones Eléctricas, a centros de afluencia masiva de público y a Establecimientos de Venta de Combustibles.

Se exigirá las distancias mínimas siguientes:

Siete metros con sesenta centímetros (7.60 m) de los linderos de las estaciones y subestaciones eléctricas y centros de transformación y transformadores eléctricos. Las medidas serán tomadas a los puntos de emanación de gases. Dichas Estaciones y Subestaciones deberán

encontrarse dentro de una caseta de material no inflamable.

Siete metros y sesenta centímetros (7.60 m) desde la proyección horizontal de las subestaciones eléctricas o transformadores eléctricos aéreos hacia donde se puedan producir emanación de gases.

Cincuenta (50) metros del límite de propiedad de: instituciones educativas, mercados, supermercados, establecimientos de salud con internamiento, templos, iglesias, cines, teatros, cuarteles, zonas militares, comisarías o zonas policiales, establecimientos penitenciarios y lugares de espectáculos públicos, que cuenten con Licencia Municipal o proyecto aprobado por la Municipalidad. En el caso de los establecimientos para los cuales no se requiere la licencia de funcionamiento, éstos deberán contar con el proyecto aprobado por la Municipalidad o con autorización equivalente para su funcionamiento emitida por la autoridad o entidad competente.

Dicha medición se hará en forma radial desde los puntos donde se pueden producir gases. La distancia que debe existir entre Estaciones de Servicios, Grifos, Gasocentros de GLP para uso automotor y Establecimientos de Venta al Público de GNV o entre establecimientos de ambos tipos, se regirá por la normatividad del municipio correspondiente.

b. Artículo 37.- Equipos eléctricos

Los equipos eléctricos y sus instalaciones deben cumplir con las normas nacionales vigentes y a falta de éstas las normas internacionales reconocidas por la autoridad competente, como la National Electrical Code (NEC 70 - USA).

En áreas o zonas donde se puedan generar vapores inflamables de Combustible tales como las zonas de dispensadores, compresores, almacenamiento de GNV y tuberías de ventilación; los equipos e

instalaciones eléctricas deben cumplir con las especificaciones para equipos en áreas clasificadas según el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U) y la National Electrical Code (NEC 70 - USA).

- c. **Artículo 38.-** Distancia de los puntos de emanación de gases a las líneas eléctricas aéreas

Los puntos de emanación de gases deben ubicarse a una distancia mínima con respecto a la proyección horizontal de las líneas aéreas que conduzcan electricidad según el siguiente cuadro:

Tabla 2.1 Distancia de puntos de emanación de gases a líneas eléctricas aéreas.

Tipo de instalación eléctrica	Distancia
Línea aérea de Baja Tensión (Tensión menor o igual a 1000 V)	7,6 m
Línea aérea de Media Tensión (Tensión mayor a 1000 V hasta 36000 V)	7,6 m
Línea aérea de Alta Tensión (Tensión mayor a 36000 V hasta 145000 V) (Tensión mayor a 145000 V hasta 220000 V)	10 m 12 m

- d. **Artículo 39.-** Instalaciones eléctricas en zonas donde pueden existir vapores inflamables

El diseño de las instalaciones eléctricas, la selección de los equipos y materiales que se empleen dentro del área o zonas donde puedan existir vapores inflamables tales como las zonas de dispensadores, compresores, almacenamiento de GNV y tuberías de ventilación, deben cumplir con las especificaciones de la Clase I División I o II Grupo D del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U) o la National Electrical Code (NEC 70 - USA), última versión, según su ubicación, los cuales deberán contar con el certificado de fabricación que garantice dicha condición la que estará indicada en la placa de los equipos y deberá mantenerse durante la vida útil

de las instalaciones.

e. Artículo 40.- Seguridad de las líneas eléctricas

Las líneas de conducción de energía eléctrica ubicadas en lugares donde puedan generar vapor inflamable tales como las zonas de compresores y almacenamiento, deberán ser entubadas herméticamente, de preferencia empotradas o enterradas, resistentes a la corrosión y a prueba de roedores. Deberán ser instaladas y cumplir con las especificaciones de la Clase I, División I o II, Grupo C y D del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U) y National Electrical Code (NEC 70 - USA), versión actualizada cuando se encuentren en áreas clasificadas.

f. Artículo 41.- Ubicación del tablero eléctrico

Con respecto a la caja de interruptores o tableros eléctricos éstos deberán estar ubicados, respecto a los puntos de emanación de gases, a una distancia mayor a tres metros (3 m), de acuerdo a las distancias establecidas en el Código Nacional de Electricidad - Utilización 2006 (CNE-U) y/o en la National Electrical Code (NEC 70 - USA). Los interruptores deben ser de tipo termomagnético y protegido en panel de hierro. Cuando los interruptores termomagnéticos estén encapsulados no requerirán paneles de hierro.

g. Artículo 42.- Revisión de las instalaciones eléctricas

Será responsabilidad del Operador del Establecimiento de Venta al Público de GNV, a través de un profesional colegiado experto en la materia, la revisión de las instalaciones eléctricas por lo menos una (1) vez al año, a fin de comprobar el estado de sus conductores y su aislamiento; cuyos

resultados deben reportarse en el Libro de Inspecciones de dicho Establecimiento.

h. Artículo 43.- Interruptores eléctricos de emergencia

En previsión de situaciones de emergencia se deben instalar no menos de tres (3) interruptores generales de corte de energía eléctrica para que actúen sobre los dispensadores y sus sistemas de despacho. Uno deberá ubicarse dentro de la zona de seguridad del recinto de compresión y almacenamiento, otro en una Isla de GNV y otro en el exterior del establecimiento, en un lugar visible y de fácil acceso en condiciones de emergencia.

Estos interruptores deben aislar los equipos eléctricos situados al interior del establecimiento y cerrar las válvulas del dispensador (válvula solenoide) situadas en las tuberías de unión entre el dispensador y el recinto de compresión.

Los interruptores (paradas de emergencia) deberán cortar automáticamente la energía eléctrica en todo el Establecimiento de Venta al Público de GNV, según sea el caso.

Los Establecimientos de Venta al Público de GNV que operen exclusivamente con Equipos Integrados de Compresión y Despacho de GNV, deben tener como mínimo dos (2) interruptores generales de corte de energía eléctrica. Uno deberá ubicarse en la zona de las Islas de GNV y otro en el exterior del establecimiento, en un lugar visible y de fácil acceso en condiciones de emergencia.

i. Artículo 44.- Anuncios o rótulos iluminados

Los anuncios o rótulos iluminados por medio de energía eléctrica estarán

a una distancia mayor de tres metros (3 m) de los puntos de emanación de gases.

j. Artículo 45.- Reflectores para iluminación

Los reflectores para iluminación de los Establecimientos de Venta al Público de GNV y de sus avisos, deberán estar dirigidos de modo que iluminen adecuadamente pero no produzcan deslumbramiento a los conductores de vehículos, asimismo deberán ser a prueba de explosión cuando se encuentren ubicados a una distancia mínima de diez metros (10 m) de los puntos de emanación de gases.

k. Artículo 46.- Instalación de pararrayos

En los lugares o zonas donde puedan ocurrir o existan tormentas eléctricas se deberá instalar un sistema de pararrayos diseñado adecuadamente para proteger la instalación y al personal del Establecimiento de Venta al Público de GNV.

l. Artículo 47.- Instalaciones telefónicas

Dentro de un área clasificada como Clase I, División I o II, Grupo C y D, las instalaciones telefónicas o de intercomunicación deben ser entubadas herméticamente, empotradas o enterradas y a prueba de explosión.

m. Artículo 48.- Techado del Establecimientos de Venta al Público de GNV

De utilizarse techo para que proteja las Islas o zonas adyacentes a las Islas, la altura mínima será de cuatro metros con noventa centímetros (4,90 m) y deberá contar con un sistema de iluminación antiexplosivo.

n. Artículo 56.- Sistema detector de gases

Los Establecimientos de Venta al Público de GNV deben tener un

sistema detector continuo de gases, con un mínimo de tres (3) detectores; uno de ellos ubicado en la estación de regulación y medición, otro en la zona del recinto de compresión y almacenamiento de GNV y otra en la zona de Islas de GNV u otras áreas críticas, de acuerdo a la norma NFPA 72, calibrado periódicamente para detectar concentraciones de GNV en el ambiente y medir al cien por ciento (100%) el límite inferior de "explosividad", instalado y mantenido de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Estos detectores deben accionar un sistema de alarma cuando detecte el veinticinco por ciento (25%) del límite inferior de "explosividad".

Los Establecimientos de Venta al Público de GNV que operen exclusivamente con Equipos Integrados de Compresión y Despacho de GNV, deben tener un sistema detector continuo de gases con un mínimo de dos (2) detectores.

Uno deberá ubicarse en la estación de regulación y medición y otro en la zona de las Islas de GNV u otras áreas críticas del establecimiento.

o. **Artículo 61.-** Instalación y operación de Equipos y Accesorios para la Venta al Público de GNV

La instalación y la operación de los Equipos y Accesorios para la Venta al Público de GNV deben cumplir con lo establecido en las Normas Técnicas Peruanas (NTP) emitidas por el INDECOPI; y a falta de éstas, por lo establecido en normas técnicas internacionales reconocidas por la autoridad competente.

Dentro de los Establecimientos de Venta al Público de GNV, Estaciones de Servicios, Grifos y Gasocentros de GLP para uso automotor, está prohibido la instalación y montaje de unidades de almacenamiento y compresión sobre los techos que cubren los Dispensadores.

p. **Artículo 65.-** Distancias mínimas de seguridad

Las distancias mínimas de los Equipos y Accesorios para la Venta al Público de GNV a los límites (frontal, laterales y posterior) del establecimiento y los demás equipos de ésta, deben cumplir con lo establecido en las Normas Técnicas Peruanas (NTP) emitidas por el INDECOPI; y a falta de éstas por lo establecido en las normas técnicas internacionales reconocidas por la autoridad competente.

2.2.2 Distanciamiento mínimo de seguridad según la Norma Técnica Peruana - NTP 111.019

La NTP 111.019 “GAS NATURAL SECO. Estación de servicio para venta al público de gas natural vehicular (GNV)” [5] fue publicada por INDECOPI en el año 2007 y se aplica a estaciones de servicio con gas natural vehicular que se encuentran conectadas a una red de distribución de gas natural y que se ubiquen en lugares con las siguientes características:

Predios sin ninguna otra instalación o construcción.

Predios con instalaciones existentes para almacenamiento y despacho de hidrocarburos líquidos y/o gas licuado de petróleo (GLP).

Se destacan los siguientes artículos de la norma:

6.2 Distancias mínimas de seguridad.

6.2.2 Se establece una distancia de veinticinco (25) metros de las estaciones y sub-estaciones eléctricas medida al punto de emanación de gases y vapores del combustible más cercano.

6.2.3 Excepcionalmente, cuando las estaciones y sub-estaciones eléctricas se encuentren a una distancia menor a la indicada en el apartado 6.2.2, se podrá permitir su existencia siempre que estas se encuentren dentro de

casetas o encapsuladas debiendo cumplir con las especificaciones de la clase I división I o II grupo D del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U), a falta de este, lo establecido por la National Fire Protection Association (NFPA 70).

- 6.2.5 Los puntos de emanación de gases deben instalarse a distancias mayores a los diez metros (10 m) de las líneas eléctricas aéreas de media y alta tensión, y a siete metros con sesenta centímetros (7,60 m) de las líneas eléctricas aéreas de baja tensión. La distancia se medirá desde la proyección horizontal de los cables hasta el punto de emanación de gases más cercano. En ningún caso los cables pasarán sobre los Establecimientos de Venta al Público de GNV.
- 6.2.7 Las zonas de riesgo alrededor del recinto de compresor, almacenamiento y dispensador, se definirán según lo establecido en el Código Nacional de Electricidad.
- Respecto a las Islas de GNV para servicio público (6.4):
- 6.4.2 De utilizarse techo para que proteja las islas o zonas adyacentes a las islas, la altura mínima será de cuatro metros con noventa centímetros (4,90 m) y deberá contar con un sistema de iluminación antiexplosivo.
- Respecto a la conexión de la estación de servicio a la red de distribución (6.7)
- 6.7.2 En la conexión debe preverse que la estación no afecte la red de distribución generando sobre ésta fenómenos de contrapresión o vacío, lo cual normalmente se consigue con la disposición de una estación de regulación que esté dotada además del sistema de medición. La estación de regulación y medición deberá ser instalada de acuerdo a normativas técnicas reconocidas internacionalmente tales como CEN EN 12279, CEN

EN 12186, CEN EN 1776, ANSI B 109.3, AGA reportes 7 y 9, o equivalentes. Las condiciones de seguridad deben ser según lo indicado en la Figura 4, y lo que adicionalmente establezca la entidad competente. El diseño, los materiales, la instalación y las pruebas de dichas estaciones deberán ser aprobados por la Entidad Competente. Las distancias de seguridad se establecerán de acuerdo a lo establecido en Código Nacional de Electricidad, a falta de este lo indicado en la Figura 2.1.

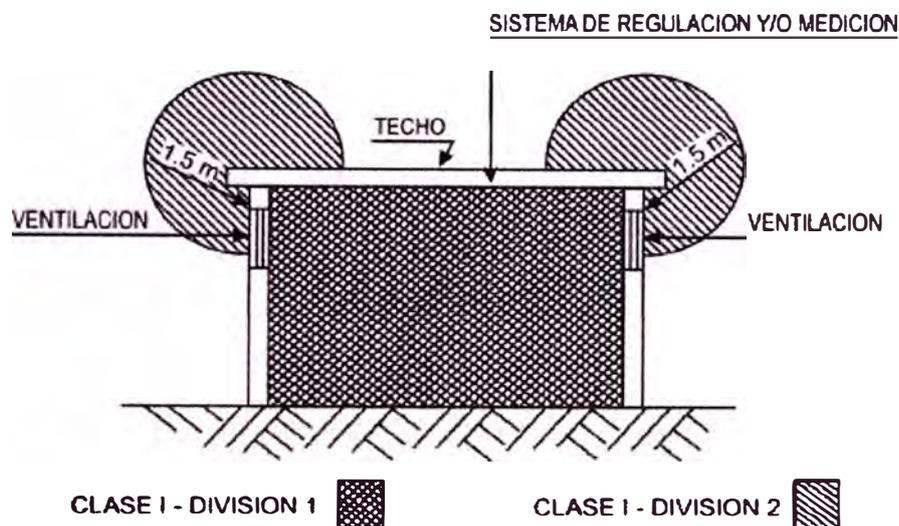


Figura 2.1 Distancias de seguridad

6.7.3 La instalación interna de la estación de servicio, debe quedar aislada de la red de distribución, por medio de una junta dieléctrica.

2.2.3 Distanciamiento mínimo de seguridad según la Norma Técnica Peruana - NTP 111.031

La NTP 111.031 "GAS NATURAL SECO. Estación de servicio para venta al público de gas natural vehicular (GNV)" [6] fue publicada por INDECOPI en el año 2008 y establece los requisitos mínimos de construcción, instalación y seguridad que deben cumplir las estaciones de compresión, los módulos contenedores o de almacenamiento para su adecuado transporte y las estaciones de descompresión,

para el gas natural comprimido (GNC).

Se destacan los siguientes artículos:

5.5.2 Se establece una distancia de diez (10) metros de las estaciones y subestaciones eléctricas medidas desde el lindero al punto de emanación de gases y vapores del combustible más cercano.

5.5.5 La distancia mínima de seguridad desde cualquier construcción destinado para centros educativos, mercados, hospitales, clínicas, templos, iglesias, cine, cuarteles, supermercados, comisarías, zonas militares o policiales, establecimientos penitenciarios y teatros, serán referidas al punto de emanación de gases más cercano. La medición se hará en forma radial desde los puntos de emanación antes mencionadas hasta el límite de la propiedad de las construcciones antes referenciadas, para lo cual se debe cumplir con lo establecido por la entidad competente.

5.5.6 Los puntos de emanación de gases deben instalarse a distancias mayores a los diez metros (10 m) de las líneas eléctricas aéreas de media y alta tensión, y a siete metros con sesenta centímetros (7,60 m) de las líneas eléctricas aéreas de baja tensión. La distancia se medirá desde la proyección horizontal de los cables hasta el punto de emanación de gases más cercano. En ningún caso los cables pasarán sobre la estación de compresión.

5.5.8 Las zonas de riesgo en la estación de compresión se definirán según lo establecido en el Código Nacional de Electricidad. Véase el apartado 10.4 de la Norma Técnica Peruana NTP 111.031.

5.5.10 Los reflectores para la iluminación de las estaciones de compresión y de sus avisos, deben estar dirigidos de modo que iluminen adecuadamente pero no produzcan deslumbramiento en los conductores de los vehículos de

GNC, asimismo, deberán ser prueba de explosión cuando se encuentren ubicados a una distancia mínima de diez metros (10 m) de los puntos de emanación de gases.

- 5.7 Recinto para compresores y almacenamiento (RCA)

Si el RCA de la estación de GNV se comparte con la estación de compresión para GNC debe cumplir con el capítulo 7 de la Norma Técnica Peruana NTP 111.019.

Si el recinto del compresor se ubica en la estación de compresión, debe cumplir en lo aplicable con el apartado 7.3 y el apartado 7.4 del NTP 111.019, no aplica el apartado 7.4.15 del NTP 111.019.

- 5.11 Parada de emergencia

La estación de compresión incluida el punto de carga debe tener pulsadores de parada de emergencia de restitución manual, y debe cumplir en lo aplicable con lo establecida en el capítulo 11 de la Norma Técnica Peruana NTP 111.019.

- 7. ESTACIÓN DE DESCARGA Ó DE DESCOMPRESIÓN

7.5 Válvula automática de corte rápido y control remoto deberán ubicarse aguas abajo del almacenamiento de GNC y cumplir con lo establecido con el apartado 10.5 de la Norma Técnica Peruana NTP 111.019.

2.2.4 Aplicación del GNC a gasocentros de GNV

El suministro de gas natural a consumidores potenciales se realiza de acuerdo al Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, en caso de establecimientos alejados de este sistema de distribución se disponen de nuevas formas de abastecimiento de gas natural los cuales son: Gas Natural Comprimido (GNC) y Gas Natural Licuefactado (GNL).

Esto está regulado de acuerdo al artículo 7 DS-006-2005 y soportado por el artículo 8 DS 063

a. **Artículo 7.-** Suministro de Gas Natural a los Establecimientos de Venta al Público de GNV y/o Consumidores Directos de GNV (DS. N° 006-2005-EM)

El suministro de Gas Natural a los Establecimientos de Venta al Público de GNV y/o Consumidor Directo de GNV deberá realizarse de acuerdo a lo dispuesto en el Texto Único Ordenado del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 040-2008-EM.

Los Establecimientos de Venta al Público de GNV y/o Consumidores Directos de GNV también podrán ser abastecidos mediante sistemas alternativos como Gas Natural Comprimido (GNC) y Gas Natural Licuefactado (GNL), de acuerdo a la norma correspondiente.

b. **Artículo 8°.-** Del abastecimiento del GNC y/o GNL (DS. N° 063-2005-EM)

Los establecimientos de venta al público y consumidores directos de GNV podrán ser abastecidos directamente de los vehículos de transporte de GNC que se encuentren debidamente autorizados, cumpliendo con las normas técnicas de seguridad, nacionales o internacionales, aprobadas por la autoridad competente, emitidas para dicha finalidad.

2.3 COMPONENTES Y EQUIPOS PARA LA INSTALACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Las estaciones de servicio y expendio de combustibles son lugares de alto peligro de incendio y explosión por las concentraciones de gases y líquidos

volátiles, por tanto se definen zonas de seguridad donde las instalaciones eléctricas y sus componentes serán adecuados para operar en éstas áreas potencialmente explosivas, según lo especificado y las recomendaciones del C.N.E. Utilización.

Se suele organizar la memoria descriptiva de una propuesta del proyecto así como los trabajos de montaje e instalación de la siguiente manera:

2.3.1 Subestación eléctrica

Tiene como finalidad suministrar energía eléctrica mediante un transformador de potencia a las instalaciones proyectadas para la implementación del sistema de GNV dentro de la Estación de Servicio.

2.3.2 Acometidas eléctricas

Tiene como finalidad distribuir la energía eléctrica trifásica en 440V y en 220V desde el transformador de potencia de la subestación eléctrica hacia los tableros eléctricos ubicados en la sala de tableros.

2.3.3 Tableros y equipos eléctricos

Son un conjunto de mandos y controles eléctricos que son ubicados en una sala de tableros y están destinados a operar unidades de compresión, almacenamiento y despacho de GNV. La sala de tableros se compone de:

Tablero de Barras.- Para alimentar todos los tableros del sistema de GNV así como tableros auxiliares considerados para el proyecto.

Tablero de Distribución General en 440V.- Para alimentar a los Tableros de los Compresores los cuales comandan el sistema de arranque y protección del motor del Compresor de GNV. También alimentan al circuito de fuerza de la unidad PRC.

Tablero Auxiliar en 220V.- Para alimentar los servicios del sistema de GNV (equipos de iluminación, dispensadores, tableros de control, etc.), alimentar de energía estabilizada a los sistemas de control y carga, y de detección de gases.

2.3.4 Sistema de iluminación a prueba de explosión

Tiene como finalidad brindar la adecuada iluminación a las áreas pertenecientes al sistema de GNV (techo de Canopys, área de compresores, área de almacenamiento, área de PRC) instalando equipos reflectores, luminarias y accesorios con capacidad de satisfacer demandas de 25 W/m^2 , estos equipos son del tipo a prueba de explosión, respetando de esta manera las exigencias de instalación en áreas clasificadas como peligrosas donde corresponda.

2.3.5 Sistema de detección de gases

Tiene como finalidad el monitoreo permanente de gases mediante la instalación de detectores de gases ubicados estratégicamente en las zonas con probabilidad de fuga de gas y gobernados por una Central de Monitoreo de Gas. La detección se realiza en dos niveles de incidentes, el primer nivel dará aviso mediante una alarma acústica cuando detecte una concentración de 10% del Límite Inferior de Explosividad (LIE) y el segundo nivel bloqueará automáticamente el funcionamiento del sistema cuando detecte una concentración de 20% del LIE.

2.3.6 Sistema de control y carga inteligente

Tiene como finalidad el control del despacho de GNV mediante dispositivos electrónicos instalados en los dispensadores de GNV que darán lectura y transferirán la información contenida en los dispositivos electrónicos de los vehículos hasta un sistema de control que permita identificar si el vehículo es apto o no para acceder al servicio de recarga de cilindros.

2.3.7 Pulsadores de parada de emergencia

Su accionamiento tiene como finalidad la desconexión instantánea del suministro eléctrico de las instalaciones de GNV ante cualquier avería que se genere durante el trabajo continuo y así poder evitar cualquier accidente humano.

Además del bloqueo automático de las válvulas de corte y el paro de equipos compresores, dispensadores, PRC, se produce el corte total de energía eléctrica a todo otro equipo o elemento relacionado con las instalaciones de GNV con excepción de la iluminación y sistema de detección de gases. Estos pulsadores de paradas de emergencia son distribuidos en el predio de la estación de acuerdo a lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP 111.019 – 2007.

2.3.8 Sistema de protección catódica

Tiene como finalidad proteger las tuberías enterradas contra la acción corrosiva del suelo, conectando eléctricamente ánodos galvánicos de sacrificio de modo que la tubería actúe como cátodo. En estas condiciones el ánodo de sacrificio, se oxida y se desgasta. A la salida de las tuberías enterradas se conectan juntas dieléctricas de tal manera que los ánodos de sacrificio no protejan exclusivamente a la tubería enterrada y no a la tubería aérea.

2.3.9 Sistema de puesta a tierra

Tiene como finalidad proteger todas las instalaciones del predio de la estación de GNV (estructuras metálicas, canopys de iluminación, tableros eléctricos, motores, subestación eléctrica, equipos eléctricos, etc.) a efectos de eliminar corrientes estáticas u otro tipo de problema eléctrico. La resistencia de los pozos a tierra debe ser como máximo 5 ohm de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 111.019-2007.

2.4 ECUACIONES UTILIZADAS EN EL DISEÑO DEL CASO DE ESTUDIO

Todas están relacionadas al cálculo de la potencia demandada de cargas eléctricas.

2.4.1 Motores de inducción

Según la Regla 160-106 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U), los conductores de un circuito derivado que alimenta a un motor utilizado con un régimen de servicio continuo, deben tener una capacidad de conducción no menor que el 125% de la corriente nominal a plena carga del motor.

Para el caso de un motor a plena carga, la corriente demandada (en amperes) se calcula como:

Para un motor trifásico:

$$I_n = \frac{P_n}{(\sqrt{3})(U_n)(n)(\cos\phi)} \quad (2.1)$$

Para un motor monofásico:

$$I_n = \frac{P_n}{(U_n)(n)(\cos\phi)} \quad (2.2)$$

Donde:

- P_n : Potencia nominal o potencia útil del motor [W]
- U_n : Tensión nominal fase-fase [V]
- n : Rendimiento del motor
- $\cos\phi$: Factor de potencia del motor.

2.4.2 Cargas tipo resistivas

Se incluyen en este punto las cargas de calefacción, lámparas incandescentes, etc.

La potencia aparente consumida por este tipo de cargas es igual a la potencia nominal indicada por el fabricante, ya que las mismas no consumen potencia reactiva, ni utilizan ningún equipo auxiliar para su conexión a la red que agregue consumo de potencia.

En este caso se tiene: $n = 1$, $\cos\phi = 1$, $S = P_n$

Según la carga monofásica o trifásica la corriente demandada (en amperes) se calculará como sigue:

Para una carga trifásica:

$$I_n = \frac{P_n}{(\sqrt{3})(U_n)} \quad (2.3)$$

Para una carga monofásica:

$$I_n = \frac{P_n}{U_n} \quad (2.4)$$

Donde:

- P_n : Potencia nominal o potencia útil del motor [W]
- U_n : Tensión nominal fase-fase [V]

2.4.3 Sección del conductor eléctrico

Para el cálculo de la sección del conductor eléctrico (en mm²) se hace uso de las siguientes fórmulas:

Para tipo de corriente monofásico:

$$S = \frac{2 * L * I * \cos \emptyset}{K * \Delta V} \quad (2.5)$$

Para tipo de corriente trifásico:

$$S = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \emptyset}{K * \Delta V} \quad (2.6)$$

Donde:

- **S** : Sección del conductor en mm².
- **I** : Intensidad de corriente, en amperios.
- **L** : Longitud de la línea, en metros.
- **K** : Conductibilidad eléctrica, para el Cu = 56.
- **ΔV** : Caída de tensión del inicio al final de la línea, en Voltios.
- **cos ∅** : Factor de potencia de la carga.

2.4.4 Caída de tensión

Según la Regla 050-102 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U), los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados de tal manera que se cumpla dos aspectos principales respecto a las máximas caídas de tensión permitidas en un circuito (Figura 2.2):

Una caída de tensión total máxima de 4% para el alimentador más circuito

derivado; es decir desde el punto de conexión al contador de energía hasta el último punto de utilización.

- Una caída de tensión máxima de 2,5%, tanto para el alimentador y para el circuito derivado.

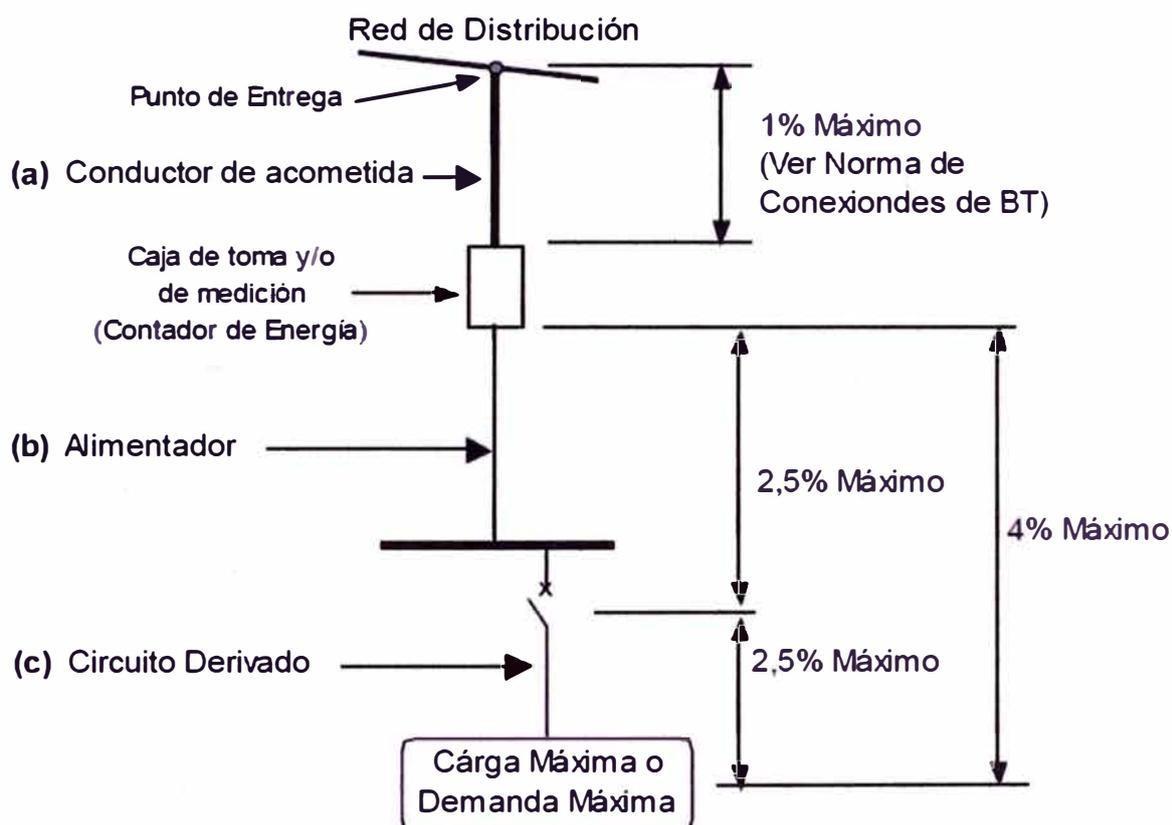


Figura 2.2 Máximas Caídas de Tensión Permitidas en un Circuito

En una línea eléctrica con impedancia Z , la caída de tensión (en voltios) se calcula con la siguiente fórmula:

$$\Delta U = kZI_b = kI_b \frac{L}{n} (r \cos \phi + x \sin \phi) \quad (2.7)$$

Donde:

k : 2, para los sistemas monofásicos y los bifásicos.

$\sqrt{3}$, para los sistemas trifásicos.

I_b	:	Corriente absorbida por la carga [A]
L	:	Longitud de la línea [km]
n	:	Número de los conductores en paralelo por fase
r	:	Resistencia de cada cable por kilómetro [Ω /km]
x	:	Reactancia de cada cable por kilómetro [Ω /km]
$\cos\phi$:	Factor de potencia de la carga.

El valor porcentual respecto al valor asignado U_r se calcula así:

$$\Delta u\% = 100 \frac{\Delta U}{U_r} \quad (2.8)$$

2.4.5 Diámetro de tuberías PVC / Conduit

Es importante determinar el número de conductores alojados dentro de un tubo Conduit o PVC, se tiene que restringir de manera que permita el alojamiento y la manipulación durante la instalación, para ello utilizaremos el factor de relleno F que se expresa como:

$$F = \frac{a}{A} \quad (2.9)$$

Donde:

- a : Área de los conductores [mm^2]
- A : Área interior del tubo en [mm^2]

Los valores de estos factores de relleno establecidos para algunas instalaciones eléctricas según la tabla 8 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U), máximo porcentaje de llenado de conductos y tuberías eléctricas.

2.4.6 Protección contra sobrecargas

Para el dimensionamiento de interruptores electromagnéticos se especifica que se realice la coordinación entre los conductores y los dispositivos de protección contra sobrecargas, de modo que se cumplan las dos siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_2 \leq 1,45 I_z \qquad (2.10)$$

Donde:

- I_b : Corriente para la cual el circuito ha sido dimensionado
- I_z : Capacidad en condiciones de régimen permanente de la conducción
- I_n : Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_2 : Corriente que garantiza el funcionamiento efectivo del dispositivo de protección en el tiempo convencional de actuación.

2.4.7 Puesta a tierra

Es un grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa.

a. Resistividad del terreno (Ω)

La resistencia de la malla y los gradientes de tensión dentro de una subestación están directamente relacionados con la resistividad del terreno. Esta resistividad es directamente afectada por la humedad la temperatura ambiente y el contenido de químicos. Ello se especifica en la tabla A2-06 "Resistividades medias de terrenos típicos del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U).

b. Resistencia de la puesta a tierra (Rg)

Según la Regla 060-712 del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U), el valor de la resistencia de la puesta a tierra (PAT) debe ser tal que, cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a las permitidas y no debe ser mayor a 25 Ω . Para este proyecto, se consideró 5 Ω como objetivo para las instalaciones en baja tensión.

La resistencia de la puesta a tierra se calcula de la siguiente manera:

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \ln \frac{2 * L}{a} \quad (2.11)$$

Donde:

- ρ : Resistividad del terreno, (Ω -m).
- L : Longitud de la barra en (m).
- A : Radio de la barra en (m).
- R : Resistencia en (Ω).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Este capítulo presenta el desarrollo del proyecto de instalaciones eléctricas de la ampliación de gasocentro para la venta al público de GNV.

Preliminarmente se realiza el análisis situacional, es decir, se presenta la situación actual del gasocentro así como los requerimientos para la ampliación, es decir, como debe quedar. Posteriormente se presentan el diseño de las instalaciones eléctricas y seguidamente las implementación y pruebas de las mismas. Se finaliza presentando los costos y el cronograma de trabajos.

3.1 ANÁLISIS SITUACIONAL DEL ESCENARIO (LA AMPLIACIÓN)

Esta sección se organiza en dos partes: El “como está ahora” y el “cómo debe estar después”:

3.1.1 Situación del gasocentro previa a la solución

En parte del terreno del proyecto se encuentra una estación de servicio y Gasocentro de GLP, el cual cuenta con instalaciones que se describen a continuación y se complementan con el esquema de la figura 3.1:

- Ingreso y salida vehicular, y edificios.
- Islas de despacho existentes.
- Tanques.

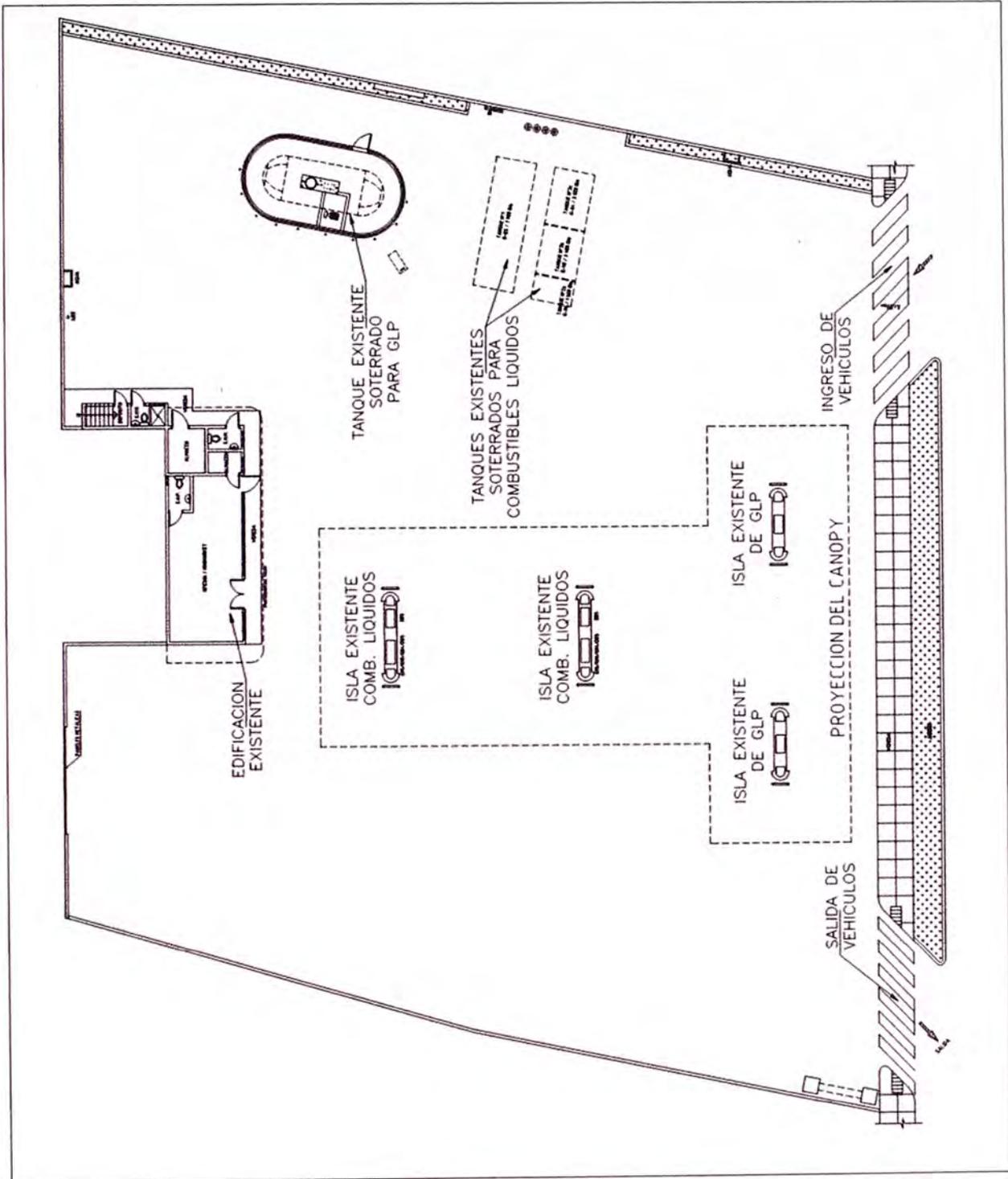


Figura 3.1 Esquema de las instalaciones existentes del Gasocentro

a. Ingreso y salida vehicular, y edificios

Un ingreso de 8 m y salida de 6 m. por la Av. Fernando León de Vivero. El ingreso y salida antes mencionados estarán girados 45° grados sobre el eje principal de la vía.

Existe una edificación donde en un primer piso se ubica el minimarket, almacén, servicios higiénicos y depósito; en el segundo piso se ubica oficinas administrativas.

Otros servicios auxiliares (servicio de agua, servicio de aire).

b. Islas de despacho existentes

Un patio de maniobras existente, donde se ubican cuatro (04) islas de despacho:

Dos (02) Islas de GLP: cada Isla cuenta con un (01) dispensador de dos mangueras que abastecen de GLP.

Dos (02) Islas dobles de Combustibles Líquidos: cada Isla cuenta con un (01) dispensador de multiproductos con ocho mangueras que abastece de G95, G90, G84, DB5 y un (01) dispensador de dos mangueras que abastecen de DB5.

c. Tanques

Un área para un (01) tanque soterrado para GLP y dos (02) tanques soterrados para Combustibles Líquidos, la capacidad de estos tanques existentes se muestra en la tabla 3.1:

N° tanque	Combustible	Capacidad	Cantidad
N° 1	Diesel B5	7, 900 Glns	01
N° 2a	Gasohol 95	1, 500 Glns	01
N° 2b	Gasohol 90	3, 400 Glns	01
N° 2c	Gasohol 84	3, 000 Glns	01
N° 3	GLP	7, 800 Glns	01

Tabla 3.1 Tanques existentes

3.1.2 Requerimientos de ampliación

En esta sección se presenta los requerimientos del cliente y luego la propuesta de análisis con la respectiva topología.

a. Requerimientos del cliente

Para la implementación de un sistema de GNV en la estación de servicio y gasocentro de GLP existente, el cliente indicó que se deberá aprovechar la mejor distribución posible de los equipos dispensadores de GNV dentro del espacio en el patio de maniobras con la menor cantidad modificaciones de posibles de las instalaciones, de tal manera que se pudiera despachar la mayor cantidad de GNV en simultáneo.

También se debía tener en cuenta que durante la ejecución del cronograma del proyecto la estación se mantendría en funcionamiento y no se interrumpirían las actividades operativas dentro del grifo.

b. Propuesta de análisis

Debido a la no existencia de suministro de Gas Natural por red primaria, se propone la implementación de un sistema de Unidad Trasvase de Gas Natural Comprimido, para su utilización como suministro de Gas Natural para los equipos de compresión, almacenamiento y despacho pertenecientes al Sistema de GNV. La propuesta final para la ampliación de la estación de servicio es la implementación de las siguientes instalaciones:

- Un ingreso y una salida por la Av. Fernando León de Vivero, de 8 metros y 6 metros respectivamente, giradas 45° con respecto a la calzada.
- Un Patio de Almacenamiento, con cuatro (04) módulos de almacenamiento y transporte "MAT", que servirán para almacenaje de Gas Natural Comprimido.
- Una Planta Reguladora Compacta, que regulará la presión de GNC desde 250 bar hasta 8 bar con un caudal de suministro de 2000Nm³/h a la presión regulada.
- Una Zona de Compresores enrejada, ubicado en un primer piso, que albergará dos (02) compresores Microbox marca Galileo, de 04 etapas, con una presión de aspiración de 03 a 08 bar y caudal máximo de 1467 Sm³/hr, equipado con un motor eléctrico de 187 kW (250HP). Estos equipos por tener un diseño paquetizados y encasetados, pueden ser instalados prescindiendo de un recinto de compresión y almacenamiento.
- Una tubería de acero de alta presión de 1" SCH. 160, desde la salida de la zona de compresores hasta la caja de válvula de cada dispensador de GNV. Esta tubería en su primer tramo estará instalada en forma aérea, luego se instalará enterrada protegida con un sistema de protección catódica de dos (02) ánodos de magnesio de 17lb para sacrificio y elementos dieléctricos que aseguren la protección solo para las tuberías enterradas y no a las tuberías expuestas.
- Tres (03) islas para el despacho de GNV, cada uno con dos (02) dispensador, con atención por ambos lados (doble manguera). Los cuatro dispensadores de las Islas N° 1 y 2, y uno (01) de los dispensadores de la Isla N°3 para la atención a vehículos cuyo peso bruto vehicular sea menor o igual a 3.5 toneladas. Uno de los dispensadores de la Isla N°3 para la

atención de vehículos cuyo peso bruto vehicular sea mayor a 3.5 toneladas.

- Dos (02) techos metálicos para las islas de despacho nuevas, de una altura mayor a 4.90 metros, equipado con sistema de iluminación a prueba de explosión.
- Un sistema de detección permanente de fuga de gases conformado de una Central detectora de gas ubicada en sala de tableros y de doce (12) detectores de gas distribuidos de la siguiente manera:
 - o Uno (01) en el equipo compresor.
 - o Uno (01) en el módulo de la Planta Reguladora Compacta.
 - o Cuatro (04) en el patio de Almacenamiento.
 - o Seis (06) en los dispensadores.
- Un sistema de paradas de emergencia compuesto por un total de diecinueve (19) interruptores de parada de emergencia distribuidos de la siguiente forma:
 - o Tres (03) en el Patio de Almacenamiento
 - o Uno (01) para la Planta Reguladora Compacta
 - o Uno (01) para el Carril del vehículo Transportador de Gas Natural.
 - o Uno (01) para el Compresor de Gas,
 - o Doce (12) para los dispensadores de GNV (dos por cada dispensador)
 - o Uno (01) en la fachada de la tienda.

Adicionalmente se instalará un (01) pulsador en la fachada de la tienda para aviso en caso de incendio.

- Un sistema de control y carga inteligente conformado por tres (03) unidades POS, cada uno se comunicará con los dos dispensadores a instalar por Isla, y una Consola de Interface ubicado en un Cuarto de Sistema para su

sistema de comando.

- Un sistema de pozos a tierra conformado por once (11) pozos a tierra distribuidos de la siguiente manera:
 - o Tres (03) en patio de maniobra, uno (01) para cada Isla de GNV.
 - o Uno (1) para la Consola de Interface en cuarto de Sistema.
 - o Uno (1) para los Compresores de Gas y reja metálica.
 - o Uno (1) para la unidad PRC y puertas metálicas de su recinto.
 - o Uno (1) para las estructuras de la plataforma de almacenamiento.
 - o Uno (1) para la carcasa de Camiones de Carga de GN.
 - o Uno (1) para la sala de tableros.
 - o Dos (2) para la subestación eléctrica, uno para el lado en Baja Tensión y otro para el lado en Media Tensión.
- Un sistema de iluminación conformados por equipos antiexplosivos para iluminación en patio de maniobras, patio de carga, área de compresores, área de unidad PRC, área de almacenamiento, cuarto de tableros y cuarto de sistema.
- Una subestación eléctrica encasetada de 600 kVA (22.9-10/0.44-0,22kV) de potencia.
- Una Sala de Tableros eléctricos con tableros eléctricos para 220V y 440V.
- Servicios higiénicos para el público y personal, etc.

Para cumplir con la distribución de equipos propuesta, la Isla N°3 de GNV será implementada a partir de la modificación de una de las Islas de GLP, ésta será adecuada para la instalación de sus dispensadores antes descritos. El dispensador de GLP restante será reubicado en la modificación y adecuación de la otra Isla de GLP que será convertida a Isla Doble de GLP. Ello se ilustra en la figura 3.2 y 3.3.

También se realizará la modificación del sistema de iluminación del techo canopy de la de la isla de GLP.

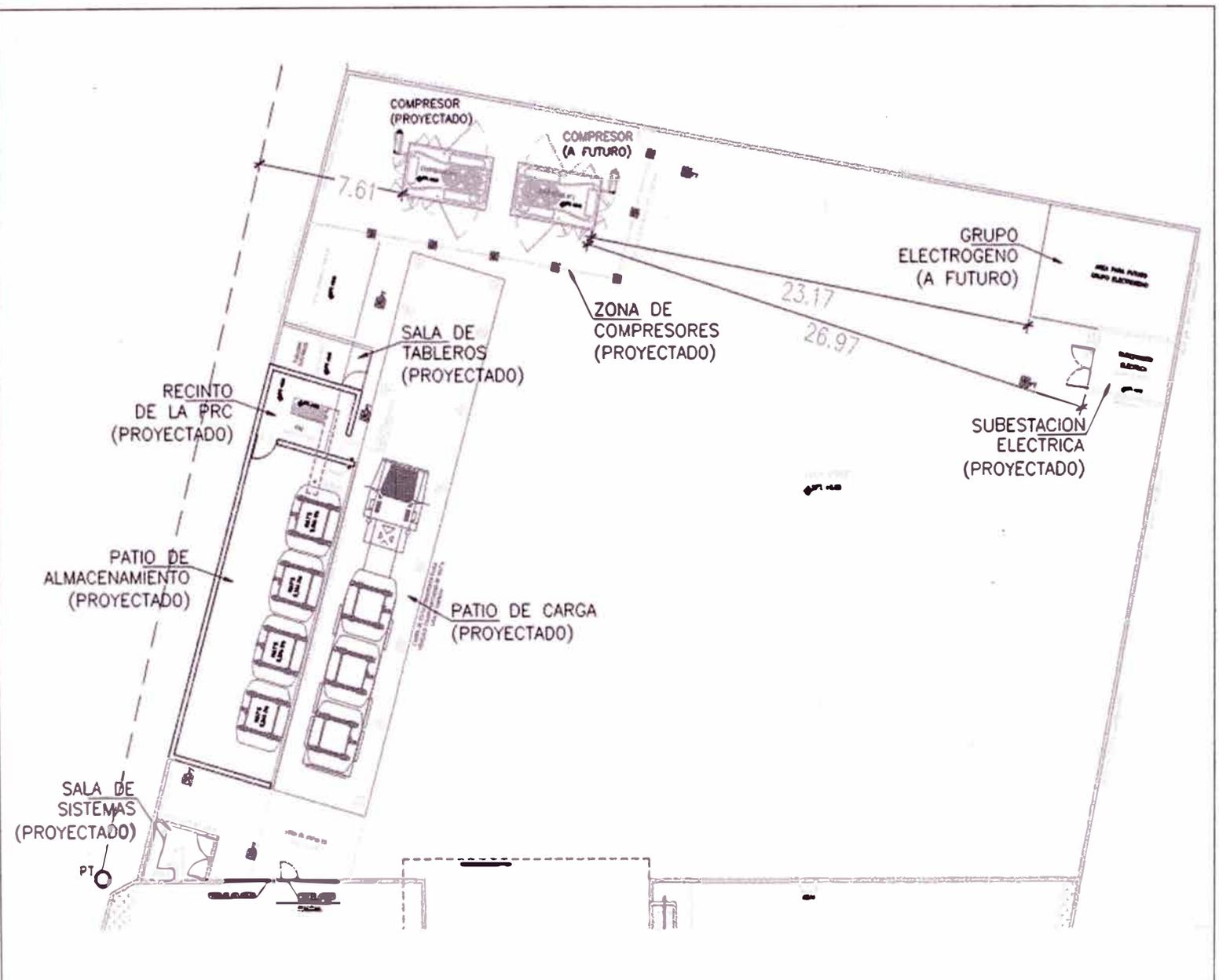
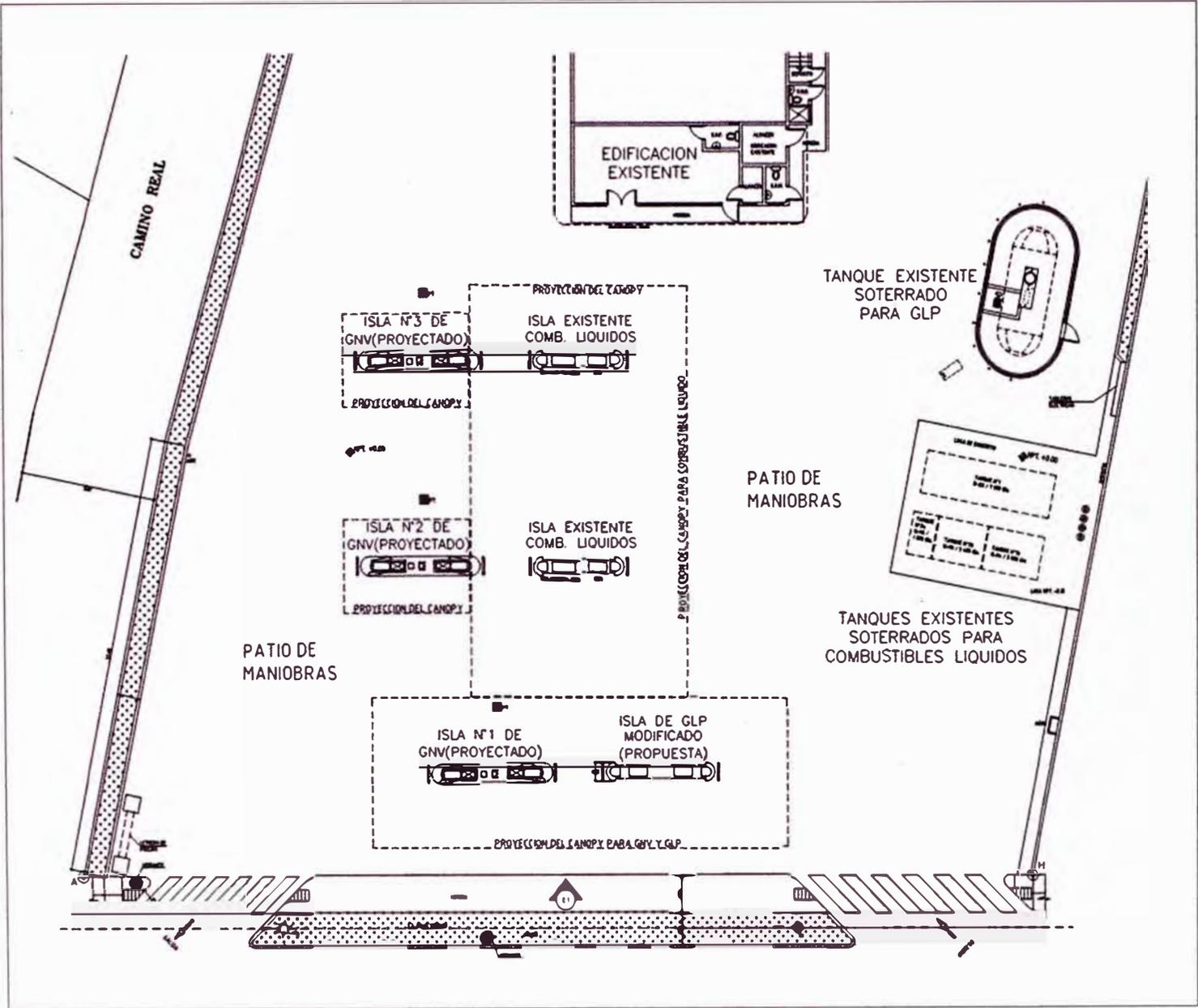


Figura 3.2 Propuesta (1/2) – Distribución en Patio de Almacenamiento y Compresión.

Figura 3.3 Propuesta (2/2) – Distribución en Patio de Maniobras.



3.2 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Una vez determinadas todos los aspectos relacionados a la ampliación, en esta sección se presenta el diseño de las instalaciones eléctricas y contempla realizar una evaluación de las cargas nuevas y existentes con la información obtenida luego de realizar el levantamiento de información de las instalaciones existentes en campo y de la confirmación por parte del cliente, la Estación “El Ovalo”, sobre el equipamiento seleccionado para el sistema de GNV dentro de la propuesta realizada por INGENSTAL S.A.C., empresa certificada por Osinergmin.

Es de recalcar que el cliente prescindió de uno de los compresores de manera inmediata pero si para una futura ampliación, por lo cual quedó dentro del proyecto considerar las canalizaciones para acometidas eléctricas para cuando se instale el segundo compresor. Así mismo se consideró para ello reservas en el tablero general.

En esta sección se presenta tanto la solución propuesta inicialmente como la que quedó finalmente a solicitud del cliente.

3.2.1 Diseño de la propuesta

Como primer paso, se realizó el levantamiento de información de las cargas existentes encontrándose un Tablero General para alimentar las cargas del Sistema de Combustibles Líquidos y Servicios Generales. La alimentación para este tablero es a través de una línea de Baja Tensión en 220V suministrada por la Concesionaria de Energía Eléctrica.

Para las cargas proyectadas descritas en la sección anterior se propone el empleo de un suministro de corriente en sistema trifásico a las tensiones de 440V para alimentar motores y equipos de cargas regulares, y de 220V principalmente para los alumbrados, equipos electrónicos y de cargas pequeñas.

En la tabla 3.2 se describen las cargas involucradas en el proyecto y su distribución dentro de su tablero eléctrico correspondiente:

Tablero y Equipos	Descripción	Cargas	Situación
Transformador de Potencia en Subestación Eléctrica	Alimentación eléctrica en 440V y 220V: Instalaciones nuevas: Sistema de GNV. Instalaciones existentes: Sistema de GLP y Combustibles Líquidos, y Servicios Generales.	Tablero General de Distribución en 440V	proyectado
		Tablero General de Distribución en 220V	proyectado
		Tablero de Sistema GLP y Combustibles Líquidos	existente
"Tablero General de Distribución en 440V" en Sala de Tableros	Alimentación eléctrica en 440V para las instalaciones eléctricas nuevas.	Tablero de Compresor de Gas 01	proyectado
		Tablero de Compresor de Gas 02	proyectado
		Tablero de Fuerza de la PRC	proyectado
		Compresor de Aire	proyectado
"Tablero General de Distribución en 220V" en Sala de Tableros	Alimentación eléctrica en 220V para las instalaciones eléctricas nuevas.	Tablero de Alumbrados	proyectado
		Tablero de Control de la PRC	proyectado
		UPS - Energía Estabilizada para Sala de Tableros	proyectado
		UPS - Energía Estabilizada para Sala de Sistema	proyectado

Tabla 3.2 Cargas involucradas en el proyecto

a. Diseño de las Instalaciones Eléctricas en 440V

Las cargas proyectadas para el empleo energía eléctrica trifásica en 440V son para los siguientes equipos:

- Dos (02) Skid de Compresores de Gas, cada skid es conformado por un (01) motor de Compresor de Gas de 250Hp, dos (02) motores para aeroenfriadores de 5.5kW cada uno, y un Tablero de Control.
- Una (01) Planta Reguladora Compacta – PRC, que contiene un circuito de fuerza para el calentamiento de resistencias eléctricas de consumo de 45kW.

- Un (01) Compresor de Aire de 10 Hp.
- Teniendo éstas cargas ser realiza el cálculo de Alimentadores para acometidas eléctricas de los equipos en 440V.

La tabla 3.3 describe el cálculo de corriente nominal, corriente de diseño e interruptores termomagnéticos. Lo sombreado es el detalle del Transformador 440/220V.

Descripción del Circuito		Carga instalada	Factor de demanda	Máxima demanda	Corriente Nominal	Corriente de Diseño (Id)	Interruptor Termo magnético
Cod.	Tramo	(W)	(%)	(W)	In (A)	1.25*In (A)	(A)
TB2	DESDE TABLERO TDG 440V						
T4	hacia Tablero PRP	45000	0.85	38250	62.74	78.42	3x100A
T5	hacia Tablero de Compresor de Gas 01	201000		185000	269.72	337.15	3x500A
EC1 / 1	Motor de Compresor de Gas	186500	0.92	172150			
EC2 / 1	Aeroenfriador 01 en Compresor de Gas	5500	0.85	4675			
EC3 / 1	Aeroenfriador 02 en Compresor de Gas	5500	0.85	4675			
AX / 1	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada – UPS ***	3500		3500			
T6	hacia Tablero Compresor de Gas 02	198000		182000	265.35	331.68	3x500A
EC1 / 2	Motor de Compresor de Gas	186500	0.92	172150			
EC2 / 2	Aeroenfriador 01 en Compresor de Gas	5500	0.85	4675			
EC3 / 2	Aeroenfriador 02 en Compresor de Gas	5500	0.85	4675			
AX / 2	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada - UPS	500		500			
	Circuito de Control para el Compresor de Gas	500	1.00	500			
T7	Reserva	10000	0.80	8000	13.12	16.40	3x20A
AX / 1	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada						
AX1 / 1	Circuito de Control para el Compresor	500	1.00	500			
F1	hacia Alimentación Dispensador de GNV 01	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
F2	hacia Alimentación Dispensador de GNV 02	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
F3	hacia Alimentación Dispensador de GNV 03	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
F4	hacia Alimentación Dispensador de GNV 04	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
F5	hacia Alimentación Dispensador de GNV 05	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
F6	hacia Alimentación Dispensador de GNV 06	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A

Tabla 3.3 Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Propuesta Inicial) – Cargas en 440V

Tabla 3.4 Sección del conductor y Caída de Tensión (P. Inicial) – Cargas en 440V

Descripción del Circuito		Factor por temperatura	Factor por agrupamiento	Corriente de Diseño' (Id')	# de ternas o grupos	Corriente de Diseño' por terna	Características del Conductor			Longitud (m)	Caída de tensión (%)
							Tipo	Sección (mm ²)	Corriente máxima (A)		
Cod.	Tramo	ft	fk	Id/(ft*fk) (A)	nt	Id'/nt (A)					
TB2	DESDE TABLERO TDG 440V										
T4	hacia Tablero PRP	1.00	1.00	78.42	1.00	78.42	THW	25	107	15	0.29%
T5	hacia Tablero de Compresor de Gas 01	1.00	1.00	337.15	1.00	337.15	NYN	150	338	15	0.22%
EC1 / 1	Motor de Compresor de Gas										
EC2 / 1	Aeroenfriador 01 en Compresor de Gas										
EC3 / 1	Aeroenfriador 02 en Compresor de Gas										
AX / 1	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada - UPS										
T6	hacia Tablero Compresor de Gas 02	1.00	1.00	331.68	1.00	331.68	NYN	150	338	15	0.21%
EC1 / 2	Motor de Compresor de Gas										
EC2 / 2	Aeroenfriador 01 en Compresor de Gas										
EC3 / 2	Aeroenfriador 02 en Compresor de Gas										
AX / 2	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada - UPS <i>Circuito de Control para el Compresor de Gas</i>										
T7	Reserva										
AX/1	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada										
AX1/1	Circuito de Control para el Compresor de Gas										
F1	hacia Alimentación Dispensador de GNV 01	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	125	1.35%
F2	hacia Alimentación Dispensador de GNV 02	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	130	1.40%
F3	hacia Alimentación Dispensador de GNV 03	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	110	1.18%
F4	hacia Alimentación Dispensador de GNV 04	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	115	1.24%
F5	hacia Alimentación Dispensador de GNV 05	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	95	1.02%
F6	hacia Alimentación Dispensador de GNV 06	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	100	1.08%

Tabla 3.5 Configuración eléctrica y selección de tubería (P. Inicial) – Carga en 440V

Descripción del Circuito		Configuración	Número de líneas de fase	Tierra	Ø Tubería por acometida (mm)	Área ocupada (%)
Cod.	Tramo					
TB2	DESDE TABLERO TDG 440V					
T4	hacia Tablero PRP	3-1x25mm ² THW + (T)1x6mm ² THW	3	1	40	15.34
T5	hacia Tablero de Compresor de Gas 01	3-1x150mm ² NYY + (T)1x35mm ² THW	3	1	80	25.09
EC1 / 1	Motor de Compresor de Gas					
EC2 / 1	Aeroenfriador 01 en Compresor de Gas					
EC3 / 1	Aeroenfriador 02 en Compresor de Gas					
AX / 1	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada - UPS					
T6	hacia Tablero Compresor de Gas 02					
EC1 / 2	Motor de Compresor de Gas					
EC2 / 2	Aeroenfriador 01 en Compresor de Gas					
EC3 / 2	Aeroenfriador 02 en Compresor de Gas					
AX / 2	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada - UPS <i>Circuito de Control para el Compresor de Gas</i>					
T7	Reserva					
AX / 1	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada					
AX1 / 1	Circuito de Control para el Compresor de Gas					
F1	hacia Alimentación Dispensador de GNV 01	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	2	1	15	20.20
F2	hacia Alimentación Dispensador de GNV 02	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	2	1	15	20.20
F3	hacia Alimentación Dispensador de GNV 03	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	2	1	15	20.20
F4	hacia Alimentación Dispensador de GNV 04	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	2	1	15	20.20
F5	hacia Alimentación Dispensador de GNV 05	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	2	1	15	20.20
F6	hacia Alimentación Dispensador de GNV 06	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	2	1	15	20.20

b. Diseño de las Instalaciones Eléctricas en 220V

Las cargas proyectadas para el empleo de 220V son para:

- Tablero de Auxiliares en 220V para iluminación perimetral, iluminación en Canopys, en patio de maniobras, patio de carga, área de compresores, área de unidad PRC, área de almacenamiento, cuarto de tableros y cuarto de sistema.
- Dos (02) Consolas de Monitoreo de Gas.
- Una (01) Consola de Sistema de Control y Carga.
- Seis (06) Dispensadores de GNV.
- Tres (03) Equipos POS.

Tabla 3.6 Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Solución Final) – Cargas en 220V

Descripción del Circuito		Carga instalada	Factor de demanda	Máxima demanda	Corriente Nominal	Corriente de Diseño (Id)	Interruptor Termo magnético
Cod.	Tramo	(W)	(%)	(W)	In (A)	1.25*In (A)	(A)
TB1	DESDE TABLERO TDG 220V						
T1	Reserva	10000	0.80	8000	26.24	32.80	3x32A
T2	hacia Compresora de Aire	7460	1.00	7460	24.47	30.59	3x32A
T3	hacia Tablero de Distribución Auxiliar	22900	1.00	21600	70.86	88.57	3x100A
N1	1) Tablero de Alumbrado	16900		16100	52.81	66.02	3x63A
A1	Iluminación Patio de Almacenamiento	3200	1.00	3200	18.18	22.73	2x25A
A2	Iluminación Área de Compresores de Gas	1600	1.00	1600	9.09	11.36	2x16A
A3	Iluminación Área de PRC	800	1.00	800	4.55	5.68	2x10A
A4	Iluminación de Canopy de GNV 01	1600	1.00	1600	5.25	6.56	3x10A
A5	Iluminación de Canopy de GNV 02	1600	1.00	1600	5.25	6.56	3x10A
A6	Iluminación de Canopy de GNV 03	1600	1.00	1600	5.25	6.56	3x10A
A7	Iluminación Perimetral	2000	1.00	2000	11.36	14.20	2x15A
A8	Iluminación Sala de Tableros, Subestación, etc.	1000	1.00	1000	5.68	7.10	2x10A
A9	Aire Acondicionado	2500	1.00	2500	14.20	17.76	2x20A
A10	Sirena de Alarma Contraincendio	200	1.00	200	1.14	1.42	2x4A
UP1	2) hacia Unidad de Energía Ininterrumpida - UPS 01	3000		2600	14.77	18.47	2x20A
C1	Central Detectora de Gas	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
C2	Tablero de Control de la PRC	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
C3	Reserva	1000	0.80	800	4.55	5.68	2x10A
C4	Reserva	1000	0.80	800	4.55	5.68	2x10A
UP2	3) hacia Unidad de Energía Ininterrumpida - UPS 02	3000		2900	16.48	20.60	2x20A
U1	Monitor en Sala de Sistema	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
U2	Reserva	500	0.80	400	2.27	2.84	2x10A
U3	Tablero Estabilizado de Sistema TES	1500		2000	11.36	14.20	2x15A
P1	Alimentación Point of Sale - POS 01 en Isla 1	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
P2	Alimentación Point of Sale - POS 02 en Isla 2	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
P3	Alimentación Point of Sale - POS 03 en Isla 3	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A
P4	Consola de Interface y Monitoreo	500	1.00	500	2.84	3.55	2x4A

Tabla 3.7 Selección del conductor y Caída de Tensión (P. Inicial) – Cargas en 220V

Descripción del Circuito		Factor por temperatura	Factor por agrupamiento	Corriente de Diseño' (Id')	# de ternas o grupos	Corriente de Diseño' por terna	Características del Conductor			Longitud	Caída de tensión
Cod.	Tramo						ft	fk	Id/(ft*fk) (A)		
TB1	DESDE TABLERO TDG 220V										
T1	Reserva										
T2	hacia Compresora de Aire	1.00	1.00	30.59	1.00	30.59	THW	6	44	15	0.80%
T3	hacia Tablero de Distribución Auxiliar	1.00	1.00	88.57	1.00	88.57	THW	25	107	10	0.39%
N1	1) Tablero de Alumbrado										
A1	Iluminación Patio de Almacenamiento	1.00	1.00	22.73	1.00	22.73	THW	4	34	25	1.72%
A2	Iluminación Área de Compresores de Gas	1.00	1.00	11.36	1.00	11.36	THW	4	34	35	1.21%
A3	Iluminación Área de PRC	1.00	1.00	5.68	1.00	5.68	THW	4	34	30	0.52%
A4	Iluminación de Canopy de GNV 01	1.00	1.00	6.56	1.00	6.56	THW	4	34	110	1.89%
A5	Iluminación de Canopy de GNV 02	1.00	1.00	6.56	1.00	6.56	THW	4	34	95	1.64%
A6	Iluminación de Canopy de GNV 03	1.00	1.00	6.56	1.00	6.56	THW	4	34	80	1.38%
A7	Iluminación Perimetral	1.00	1.00	14.20	1.00	14.20	THW	4	34	40	1.72%
A8	Iluminación Sala de Tableros, Subestación, etc.	1.00	1.00	7.10	1.00	7.10	THW	4	34	75	1.61%
A9	Aire Acondicionado	1.00	1.00	17.76	1.00	17.76	THW	4	34	35	1.88%
A10	Sirena de Alarma Contra incendio	1.00	1.00	1.42	1.00	1.42	THW	2.5	27	75	0.52%
UP1	2) hacia Unidad de Energía Ininterrumpida - UPS 01										
C1	Central Detectora de Gas	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	2.5	27	10	0.17%
C2	Tablero de Control de la PRC	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	2.5	27	15	0.26%
C3	Reserva										
C4	Reserva										
UP2	3) hacia Unidad de Energía Ininterrumpida - UPS 02										
U1	Monitor en Sala de Sistema	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	10	0.11%
U2	Reserva										
U3	Tablero Estabilizado de Sistema TES	1.00	1.00	14.20	1.00	14.20	THW	4	34	10	0.32%
P1	Alimentación Point of Sale - POS 01 en Isla 1	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	60	0.65%
P2	Alimentación Point of Sale - POS 02 en Isla 2	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	45	0.48%
P3	Alimentación Point of Sale - POS 03 en Isla 3	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	35	0.38%
P4	Consola de Interface y Monitoreo	1.00	1.00	3.55	1.00	3.55	THW	4	34	10	0.11%

Descripción del Circuito		Configuración	Número de líneas de fase	Tierra	Ø Tubería por acometida (mm)	Área ocupada (%)
Cod.	Tramo					
TB1	DESDE TABLERO TDG 220V					
T1	Reserva					
T2	hacia Compresora de Aire	3-1x6mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	3	1	15	28.25
T3	hacia Tablero de Distribución Auxiliar	3-1x25mm2 THW + (T)1x6mm2 THW	3	1	25	34.93
N1	1) Tablero de Alumbrado	3-1x16mm2 THW + (T)1x6mm2 THW	3	1	25	28.28
A1	Iluminación Patio de Almacenamiento	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
A2	Iluminación Área de Compresores de Gas	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
A3	Iluminación Área de PRC	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
A4	Iluminación de Canopy de GNV 01	3-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	3	1	15	26.93
A5	Iluminación de Canopy de GNV 02	3-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	3	1	15	26.93
A6	Iluminación de Canopy de GNV 03	3-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	3	1	15	26.93
A7	Iluminación Perimetral	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
A8	Iluminación Sala de Tableros, Subestación, etc.	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
A9	Aire Acondicionado	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
A10	Sirena de Alarma Contra incendio	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	2	1	15	14.72
UP1	2) hacia Unidad de Energía Ininterrumpida - UPS 01	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
C1	Central Detectora de Gas	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	2	1	15	14.72
C2	Tablero de Control de la PRC	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	2	1	15	14.72
C3	Reserva					
C4	Reserva					
UP2	3) hacia Unidad de Energía Ininterrumpida - UPS 02	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
U1	Monitor en Sala de Sistema	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
U2	Reserva					
U3	Tablero Estabilizado de Sistema TES	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
P1	Alimentación Point of Sale - POS 01 en Isla 1	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
P2	Alimentación Point of Sale - POS 02 en Isla 2	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
P3	Alimentación Point of Sale - POS 03 en Isla 3	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20
P4	Consola de Interface y Monitoreo	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	2	1	15	20.20

Tabla 3.8 Configuración eléctrica y selección de tubería (P. Inicial) – Carga en 220V

c. Cálculo de subestación eléctrica

Por lo tanto, para el diseño de las instalaciones eléctricas del proyecto implicará la instalación de nuevas cargas trifásicas en 440V y el traspaso de cargas trifásicas y monofásicas existentes de 220V para ser alimentadas desde una Subestación Eléctrica proyectada.

Ahora debemos conocer la magnitud del total de las cargas consideradas en el proyecto. Las siguientes tablas muestran el total de cargas trifásicas y monofásicas proyectadas y existentes en 440V y en 220V para los sistemas que funcionarán en la Estación de Servicio.

Cabe mencionar que solo se incluye de manera general y sin detallar las cargas del Sistema de GLP ya que no corresponde al proyecto.

La tabla 3.9 muestra el Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e interruptores termomagnéticos.

Tabla 3.9 Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Propuesta Inicial) – Cargas en Subestación Eléctrica

Descripción del Circuito		Carga instalada	Factor de demanda	Máxima demanda	Corriente Nominal	Corriente de Diseño (Id)	Interruptor Termo magnético
Cod.	Tramo	(W)	(%)	(W)	In (A)	1.25*In (A)	(A)
DESDE SUBESTACION ELECTRICA							
TB1	hacia Tablero General 220V	40360		37060	121.57	151.96	3x250A
TB2	hacia Tablero General 440V	454000		413250	677.81	847.27	3x1000A
TB3	Hacia Tablero en 220V Sistema GLP y Comb. Líquidos	40000	1.00	40000	131.22	164.02	3x250A

La tabla 3.10 muestra la selección del calibre del conductor y cálculo de la caída de Tensión:

Tabla 3.10 Selección del conductor y Caída de Tensión (P. Inicial) – Carga en Subestación Eléctrica

Descripción del Circuito	Factor por temp.	Factor por agrup.	Corriente de Diseño' (Id')	# de ternas o grupos	I de Diseño' por tema	Características del Conductor			Long. (m)	Caída de tensión (%)	
						Tipo	Sección (mm ²)	I máx (A)			
Cod.	Tramo	ft	fk	Id/(ft*fk) (A)	nt	Id'/nt (A)					
DESDE SUBESTACION ELECTRICA											
TB1	hacia Tablero General 220V	0.91	1.00	166.99	1.00	166.99	NYY	95	265	60	1.10%
TB2	hacia Tablero General 440V	0.91	1.00	847.26	3.00	282.42	NYY	185	367	60	1.58%
TB3	Hacia Tablero en 220V Sistema GLP y Comb. Líquidos	0.91	1.00	180.24	1.00	180.24	NYY	95	265	80	1.45%

La tabla 3.11 muestra la configuración de las acometidas y selección del diámetro de tubería.

Tabla 3.11 Configuración eléctrica y selección de tubería (P. Inicial) – Carga en Subestación Eléctrica

Descripción del Circuito		Configuración	Número de líneas de fase	Tierra	Ø Tubería por acometida (mm)	Área ocupada (%)
Cod.	Tramo					
DESDE SUBESTACION ELECTRICA						
TB1	hacia Tablero General 220V	3-1x95mm ² NYY + (T)1x35mm ² THW	3	1	80	18.39
TB2	hacia Tablero General 440V	3(3-1x185mm ² NYY) + (T)1x70mm ² THW	3	1	80	30.52
TB3	Hacia Tablero en 220V Sistema GLP y Comb. Líquidos	3-1x95mm ² NYY + (T)1x35mm ² THW	3	1	80	18.39

Tomando los valores de máxima demanda en la tabla 3.9 determinamos para suministro en 220V (TB1 y TB3) una carga total de 77.06 kW, para suministro en 440V (TB2) una carga total de 413.25 kW, y para el diseño de la subestación eléctrica una carga total de 77.06 kW + 413.25 kW = 490.31 kW. Considerando un factor de potencia de 0.9 en el transformador, tenemos que la potencia final del transformador será de al menos $490.31 / 0.9 = 544.79$ kVA. Teniendo en cuenta los valores comerciales en el mercado se seleccionó para este proyecto un transformador de potencia de 630kVA, 10-22.9kV/0.44-0.22kV, 60Hz, éste tendría

un 80% (504kVA) de bobinado en el lado de 440V y un 20%(126kVA) de bobinado en el lado de 220V satisfaciendo así las necesidades del proyecto.

3.2.2 Diseño de la solución final

Luego del diseño de las instalaciones eléctricas del sistema de GNV, como comentamos inicialmente el cliente decide ejecutar el proyecto con la implementación de un (01) Compresor de Gas de los dos (02) proyectados, postergando la instalación del otro Compresor de Gas para una futura ampliación.

Por este motivo se decide realizar nuevos cálculos de las cargas para la subestación y de las acometidas, ésta vez prescindiendo de la carga de uno de los Compresores de Gas, pero si considerando sus canalizaciones para la futura ampliación y reservas en los Tableros de Distribución. Estos nuevos resultados reduciría los costos de instalación debido a que el calibre de las acometidas disminuirían, y el tamaño del transformador de potencia sería menor.

En la subsección siguiente se presenta los nuevos cálculos para las instalaciones eléctricas.

a. Diseño de las Instalaciones Eléctricas en 440V

Para las nuevas cargas proyectadas en 440V solo se elimina el ítem T6 de la tabla 3.3 “Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Propuesta Inicial) – Cargas en 440V”, de la tabla 3.4 “Sección del conductor y Caída de Tensión (P. Inicial) – Cargas en 440V” y de la tabla 3.5 “Configuración eléctrica y selección de tubería (P. Inicial) – Carga en 440V”.

b. Diseño de las Instalaciones Eléctricas en 220V

No existe variación en las cargas eléctricas proyectadas en el uso de 220V.

c. Cálculo de subestación eléctrica

Para este caso, con la variación antes indicada. Se tiene que solo se varía en el TB2 para las tres tablas indicadas anteriormente.

Ello se muestra en las tablas 3.12 “Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Solución Final) – Cargas en Subestación Eléctrica”, tablas 3.13 “Selección del conductor y Caída de Tensión (S. Final) – Carga en Subestación Eléctrica”, tabla 3.14 “Configuración eléctrica y selección de tubería (S. Final) – Carga en Subestación Eléctrica”.

Tabla 3.12 Cálculo de Corriente Nominal, Corriente de Diseño e Interruptores termomagnéticos (Solución Final) – Cargas en Subestación Eléctrica

Descripción del Circuito		Carga instalada	Factor de demanda	Máxima demanda	Corriente Nominal	Corriente de Diseño (Id)	Interruptor Termo magnético
Cod.	Tramo	(W)	(%)	(W)	In (A)	1.25*In (A)	(A)
TB2	hacia Tablero General 440V	256000		231250	379.30	474.12	3x800A

Tabla 3.13 Selección del conductor y Caída de Tensión (S. Final) – Carga en Subestación Eléctrica

Descripción del Circuito		Factor por temp.	Factor por agrup.	Corriente de Diseño (Id')	# de ternas o grupos	I de Diseño' por terna	Características del Conductor			Long.	Caída de tensión
Cod.	Tramo	ft	fk	Id/(ft*fk) (A)	nt	Id'/nt (A)	Tipo	Sección (mm ²)	I máx (A)	(m)	(%)
TB2	hacia Tablero General 440V	0.91	1.00	521.01	2.00	260.51	NYN	150	338	60	1.10%

Tabla 3.14 Configuración eléctrica y selección de tubería (S. Final) – Carga en Subestación Eléctrica

Descripción del Circuito		Configuración	Número de líneas de fase	Tierra	Ø Tubería por acometida (mm)	Área ocupada (%)
Cod.	Tramo					
TB2	hacia Tablero General 440V	2(3-1x150mm ² NYN) + (T)1x70mm ² THW	3	1	80	25.09

Luego de realizar el nuevo cálculo de las cargas eléctricas considerando en este caso un solo compresor, tomamos nuevamente los valores de máxima demanda y determinamos: Para el suministro en 220V (TB1 y TB3) se mantiene

una carga total de 77.06 kW, para suministro en 440V (TB2) la nueva carga total será de 231.25 kW, y para el diseño de la subestación eléctrica tendremos una nueva carga total de $77.06 \text{ kW} + 231.25 \text{ kW} = 308.31 \text{ kW}$. Considerando un factor de potencia de 0.9 en el transformador, tenemos que la nueva potencia final del transformador será de al menos $308.31 / 0.9 = 342.57 \text{ kVA}$. Para este nuevo caso seleccionamos el transformador de potencia con un valor comercial de 400kVA, 10-22.9kV/0.44-0.22kV, 60Hz, éste tendrá un 80% (320kVA) de bobinado en el lado de 440V y un 20%(80kVA) de bobinado en el lado de 220V satisfaciendo así las nuevas necesidades del proyecto.

3.3 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En esta subsección se describe los trabajos de Instalaciones Eléctricas para la implementación de un Sistema de GNV, teniendo en esta etapa a INGENSTAL S.A.C. como responsable de la ejecución de trabajos de obras eléctricas del proyecto en baja tensión de la estación de servicio, esto luego de presentar el expediente de diseño y éste ser aprobado por Osinergmin a través de un Informe Técnico Favorable (ITF).

Una vez recibida la aprobación de la ingeniería, se da paso a la planificación de las actividades y sus alcances para la ejecución del proyecto. Esta etapa se divide en los siguientes puntos:

- Identificación de componentes y equipos a instalar.
- Identificación de acometidas eléctricas y canalizaciones a instalar.
- Identificación de trabajos previos de otras disciplinas.
- Costos y cronograma de las instalaciones eléctricas.
- Ejecución y resultados.

Luego de realizar los trabajos descritos se garantiza el suministro eléctrico para el funcionamiento del sistema de GNV en la estación de servicio.

3.3.1 Identificación de componentes y equipos a instalar

En la tabla 3.15 se muestran los componentes y equipos a instalar, y en los ítems a y b se describe las empresas responsables de su instalación dentro del proyecto (empresas terceras contratadas por el INGENSTAL, empresas terceras contratadas por el Cliente):

Tabla 3.15 Lista de equipos y componentes a instalar

N° Item	Componentes y Equipos	Cant.	Responsable del Equipo	Participa en la Instalación
I	SUBESTACION ELECTRICA			
1.1	Transformador de Potencia 400kVA	01	Tercero A (Proyecto M. T.)	Tercero A (Proyecto M. T.)
1.2	Tablero de Barras (TDB)	01	Tercero A (Proyecto M. T.)	Tercero A (Proyecto M. T.)
II	EQUIPAMIENTO ELECTRICO - ELECTRONICO			
2.1	EQUIPOS ELECTROMECHANICOS			
2.1.1	Compresor de Gas 250HP	01	Tercero B	INGENSTAL / Tercero B
2.1.2	Planta Reguladora Compacta - PRC	01	Tercero B	INGENSTAL / Tercero B
2.1.3	Instrumentación en MATs	04	Tercero B	INGENSTAL / Tercero B
2.1.4	Dispensador de GNV	06	Tercero B	INGENSTAL / Tercero B
2.1.5	Compresor de Aire 10HP	01	INGENSTAL	INGENSTAL
2.2	TABLEROS ELECTRICOS Y EQUIPOS ELECTRONICOS			
2.2.1	Tablero de Distribución General en 440V	01	INGENSTAL	INGENSTAL
2.2.2	Tablero de Distribución General en 220V	01	INGENSTAL	INGENSTAL
2.2.3	Tablero de Auxiliares (TA)	01	INGENSTAL	INGENSTAL
2.2.4	UPS 3kVA	01	INGENSTAL	INGENSTAL
2.2.5	Transformador de Aislamiento 3kVA	01	INGENSTAL	INGENSTAL
2.2.6	Banco de Baterías para UPS 3kVA	01	INGENSTAL	INGENSTAL
III	SISTEMA DE ILUMINACION			
3.1	Equipos Clase I Div.II (en Canopy)	GLB	Tercero C	Tercero C
3.2	Equipos Clase I Div.II (demás áreas)	GLB	INGENSTAL	INGENSTAL
IV	SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES			
4.1	Central Detectora de Gas C/12	01	INGENSTAL	INGENSTAL
4.2	Detectores de Gas C/30	11	INGENSTAL	INGENSTAL
4.3	Sirena de Alarma de Fuga de Gas	01	INGENSTAL	INGENSTAL
V	SISTEMA DE CONTROL Y CARGA INTELIGENTE			
5.1	Tablero Estabilizado de Sistemas (TES)	01	INGENSTAL	INGENSTAL
5.2	UPS 3kVA	01	INGENSTAL	INGENSTAL
5.3	Transformador de Aislamiento 3kVA	01	INGENSTAL	INGENSTAL

5.4	Banco de Baterías para UPS 3kVA	01	INGENSTAL	INGENSTAL
5.5	Consola de Interface	01	INGENSTAL	INGENSTAL / Tercero D
5.6	Equipo POS	03	INGENSTAL	INGENSTAL / Tercero D
VI	SISTEMA DE PARADAS DE EMERGENCIA			
6.1	Pulsadores de Paradas de Emergencia	07	INGENSTAL	INGENSTAL
6.2	Válvulas Servocomandadas	02	INGENSTAL	INGENSTAL
6.3	Sirena de Alarma Contra incendios	01	INGENSTAL	INGENSTAL
VII	SISTEMA DE PROTECCION CATÓDICA			
7.1	Ánodos de Magnesio para Sacrificio 17lbs.	02	INGENSTAL	INGENSTAL / Tercero E
7.2	Caja de Medición de Potencial Catódica	01	INGENSTAL	INGENSTAL / Tercero E
VIII	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA			
8.1	Pozos a Tierra	11	INGENSTAL	INGENSTAL
IX	ACOMETIDAS ELECTRICAS			
9.1	Tuberías de PVC / Conduit	GLB	INGENSTAL	INGENSTAL
9.2	Cables conductores de alimentación	GLB	INGENSTAL	INGENSTAL

a. Actividades de empresas terceras contratadas por el INGENSTAL

La responsabilidad de los ítems indicados a cargo de INGENSTAL empieza desde la procura y adquisición hasta la instalación y puesta en marcha del equipo.

Los equipos pertenecientes al Sistema de Control y Carga: Consola de Interface y Equipos POS (ítems 5.1 y 5.2), serían instalados por INGENSTAL, estos trabajos a su vez se terceriza con la empresa "Tercero D" para el servicio de suministro, instalación y puesta en marcha de dichos ítems. El requerimiento de la empresa "Tercero D" que solicitó fue que aseguremos un suministro eléctrico de energía estabilizada en 220V, aterramiento en pozo a tierra independiente y un ambiente de trabajo para sus equipos regulado entre 16-20°C suministrado por sistema de aire acondicionado. La participación de INGENSTAL fue de facilitar los trabajos cumpliendo con los requerimientos antes descritos y dar el seguimiento en el cumplimiento de sus actividades en el plazo pactado.

El servicio de instalación del Sistema de Protección Catódica: Ánodos de Magnesio para Sacrificio y Caja de Medición de Potencial Catódica, (ítems 7.1 y 7.2), serían instalados por INGENSTAL, de igual manera fue tercerizado con una empresa "Tercero E" para el suministro, instalación, elaboración de pruebas y su certificado de dichos ítems. La participación de INGENSTAL fue de brindar facilidades para sus trabajos, supervisión de la instalación y el seguimiento en la entrega de los certificados de pruebas.

b. Actividades de empresas terceras contratadas por el Cliente

En el caso de los ítems del 2.1.1 al 2.1.4, éstos fueron suministrados por el Cliente y a solicitud de su proveedor, la empresa "Tercero B", designó la responsabilidad a éstos debido a trabajos de mantenimiento, reparación y pruebas previas a la puesta en marcha del sistema de GNV. Para la instalación de estos equipos INGENSTAL S.A.C. cumpliría con asegurar el suministro eléctrico y neumático de éstos equipos.

Para el Ítem 3.1, éste trabajo fue tercerizado por el cliente con una empresa "Tercero C". Este fue el único ítem de los trabajos en Baja tensión que no estuvo a cargo de INGENSTAL, la única responsabilidad que tuvimos fue en prever las cargas dejando interruptores de reservas dentro del Tablero de Iluminación.

Por otro lado, la ejecución del proyecto en Media Tensión estaría a cargo de la empresa "Tercero A". Este proyecto contempla la construcción de la Subestación Eléctrica y llevar el suministro eléctrico en Media Tensión desde un punto de diseño otorgado por la concesionaria eléctrica de la zona -

Electrodunas - fuera de los ambientes del proyecto hasta la Subestación Eléctrica; un primer tramo de manera aérea y un segundo tramo de enterrado, respetando lo establecido en las normas vigentes y decretos supremos.

En este proyecto INGENSTAL S.A.C. participaría en la constatación de los cables de alimentación a la salida (Baja Tensión) del transformador de Potencia asegurando que tengan la capacidad de soportar la carga de diseño para el proyecto y dar la conformidad de la instalación según la propuesta presentada en el expediente a Osinergmin.

3.3.2 Identificación de acometidas eléctricas y canalizaciones a instalar

En la tabla 3.16 se muestra las acometidas eléctricas de todos los equipos descritos en la tabla de la subsección anterior:

Tabla 3.16 Lista de acometidas eléctricas a instalar

CODIGO	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA		CONFIGURACION	Longitud de Cable (m)
	DESDE	HASTA		
TB1	Subestación Eléctrica	Tablero General 220V	3-1x95mm ² NYY + (T)1x35mm ² THW	60
TB2		Tablero General 440V	2(3-1x150mm ² NYY) + (T)1x70mm ² THW	60
-			Reserva	-
TB3		Tablero en 220V Sistemas Existentes	3-1x95mm ² NYY + (T)1x35mm ² THW	80
T4	Tablero General 440V (Sala de Tableros)	Tablero PRP	3-1x25mm ² THW + (T)1x6mm ² THW	15
T5		Tablero de Compresor de Gas 01	3-1x185mm ² NYY + (T)1x35mm ² THW	15
T5		Tablero de Compresor de Gas 02	Reserva	-
F1	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada en Tablero Compresor de Gas 01	Dispensador de GNV 01	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	125
F2		Dispensador de GNV 02	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	130
F3		Dispensador de GNV 03	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	110
F4		Dispensador de GNV 04	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	115
F5		Dispensador de GNV 05	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	95
F6		Dispensador de GNV 06	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	100

			THW	
T2	Tablero General 220V (Sala de Tableros)	hacia Compresora de Aire	3-1x6mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	15
T3		hacia Tablero de Distribución Auxiliar	3-1x25mm ² THW + (T)1x6mm ² THW	10
N1	Tablero de Auxiliares (Sala de Tableros)	Tablero de Alumbrado	3-1x16mm ² THW + (T)1x6mm ² THW	10
UP1		Unidad de Energía Ininterrumpida 01	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	10
UP2		Unidad de Energía Ininterrumpida 02	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	35
A1	Tablero de Alumbrado (Sala de Tableros)	Iluminación Patio de Almacenamiento	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	25
A2		Iluminación Área de Compresor de Gas	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	35
A3		Iluminación Área de PRC	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	30
A4		Iluminación de Canopy de GNV 01	3-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	110
A5		Iluminación de Canopy de GNV 02	3-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	95
A6		Iluminación de Canopy de GNV 03	3-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	80
A7		Iluminación Perimetral	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	40
A8		Iluminación Recintos	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	75
A9		Aire Acondicionado	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	15
A10		Sirena de Alarma Contraincendio	2-1x2.5mm ² THW + (T)1x2.5mm ² THW	75
C1	Unidad de Energía Ininterrumpida - UPS 01	Central Detectora de Gas	2-1x2.5mm ² THW + (T)1x2.5mm ² THW	10
C2		Tablero de Control de la PRC	2-1x2.5mm ² THW + (T)1x2.5mm ² THW	15
U1	Unidad de Energía Ininterrumpida - UPS 02	Monitor en Sala de Sistema	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	10
U3		Tablero Estabilizado de Sistema TES	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	10
P1	Tablero Estabilizado de Sistema (Sala de Sistemas)	Point of Sale - POS 01 en Isla 1	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	60
P2		Point of Sale - POS 02 en Isla 2	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	45
P3		Point of Sale - POS 03 en Isla 3	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	35
P4		Consola de Interface y Monitoreo	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	10

En la tabla 3.17 se muestra las señales de control, datos y comunicación que se requieren para los sistemas de almacenamiento, de compresión de gas, de detección de gas, de paradas de emergencia, de control y carga, etc.:

Tabla 3.17 Señales de control, datos y comunicación

CODIGO	RED DE DATOS, SEÑALES DE CONTROL Y MANDO		CONFIGURACION	Cable (m)
	DESDE	HASTA		
PE1	Tablero de Auxiliares	Pulsadores Parada de Emergencia en Patio de Almacenamiento	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	35
PE2			2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	40
PE3			2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	45
PE4		Pulsador P/E en Patio de Carga	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	15
PE5		Pulsador P/E Recinto PRC	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	15
PE6		Pulsador P/E Zona de Compresores	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	25
-		Señal para Mando de Corte de Energía en Compresor de Gas 01	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	15
-		Señal de P/E de Patio de Maniobras en Tablero Estabilizado de Sistema (TES)	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	40
PE7		Tablero Estabilizado de Sistema	Pulsador P/E en Edificio	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW
-	Señal de P/E en Dispensador 01		2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	110
-	Señal de P/E en Dispensador 02		2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	115
-	Señal de P/E en Dispensador 03		2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	95
-	Señal de P/E en Dispensador 04		2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	100
-	Señal de P/E en Dispensador 05		2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	80
-	Señal de P/E en Dispensador 06		2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	85
POS1	Consola de Interface y Monitoreo	Point of Sale - POS 01 en Isla 1	5 Paquetes de cable apantallado FTP 4 pares Cat 6	110
POS2		Point of Sale - POS 02 en Isla 2	6 Paquetes de cable apantallado FTP 4 pares Cat 6	95
POS3		Point of Sale - POS 03 en Isla 3	7 Paquetes de cable apantallado FTP 4 pares Cat 6	80
SFG	Central Detectora de Gas	Sirena de Alarma Fuga de Gas	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	75
-		Válvula Electroneumática 01 - Ingreso a Compresor de Gas	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	15
-		Válvula Electroneumática 02 - Ingreso a la PRC	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	15
DTG1		Detector de Gas 01 - Dispensador 01	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	125
DTG2		Detector de Gas 02 - Dispensador 02	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	130
DTG3		Detector de Gas 03 - Dispensador 03	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	110

DTG4		Detector de Gas 04 - Dispensador 04	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	115
DTG5		Detector de Gas 05 - Dispensador 05	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	95
DTG6		Detector de Gas 06 - Dispensador 06	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	100
DTG7		Detector de Gas 07 - En PRC	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	15
DTG8		Detectores de Gas - En Módulos MATs	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	42
DTG9			Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	39
DTG10			Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	36
DTG11			Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	33
PT1	Tablero de Control de la PRC		Transductor de Presión - En Módulos MATs	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3
PT2		Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3		39
PT3		Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3		36
PT4		Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3		33
EV1	Tablero de Control de la PRC	Electroválvulas solenoides - En Módulos MATS	cable multifilar 2-1x1.5mm2	42
EV2			cable multifilar 2-1x1.5mm2	39
EV3			cable multifilar 2-1x1.5mm2	36
EV4			cable multifilar 2-1x1.5mm2	33

SUMINISTRO DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA Y ENERGÍA ESTABILIZADA				PVC / SAP		Conduit			
CODIGO	DESDE	HASTA	CONFIGURACION	Ø Tub (pulg)	Long. (m)	Ø Tub (pulg)	Long. (m)	Ø Tub (pulg)	Long. (m)
TB1	Subestación Eléctrica	Tablero General 220V	3-1x95mm ² NYY + (T)1x35mm ² THW	3"	60	-	-	-	-
TB2		Tablero General 440V	2(3-1x150mm ² NYY) + (T)1x70mm ² THW	3"	60	-	-	-	-
-			Reserva	3"	60	-	-	-	-
TB3		Tablero en 220V Sistemas Existentes	3-1x95mm ² NYY + (T)1x35mm ² THW	3"	80	-	-	-	-
T5	Tablero General 440V	Tablero de Compresor de Gas 01	3-1x185mm ² NYY + (T)1x35mm ² THW	3"	15	3"	0.50	-	-
T5		Tablero de Compresor de Gas 02	Reserva	3"	25	-	-	-	-
T2	Tablero General 220V	hacia Compresora de Aire	3-1x6mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	1/2"	15	-	-	-	-
T3		hacia Tablero de Distribución Auxiliar	3-1x25mm ² THW + (T)1x6mm ² THW	1"	10	-	-	-	-
T4	Tablero General 440V	Tablero de Fuerza PRC	3-1x25mm ² THW + (T)1x6mm ² THW	1 1/2"	15	1 1/2"	0.50	-	-
C2	Estabilizada - UPS 02	Tablero de Control PRC	2-1x2.5mm ² THW + (T)1x2.5mm ² THW					-	-
C1	Estabilizada - UPS 01	Central Detectora de Gas	2-1x2.5mm ² THW + (T)1x2.5mm ² THW	1/2"	10	-	-	-	-
UP1	Tablero de Auxiliares	Unidad de Energia Ininterrumpida 01	2-1x4mm ² THW + (T)1x4mm ² THW	1/2"	10	-	-	-	-
PE6		Pulsador P/E Zona de Compresores	2-1x2.5mm ² THW + (T)1x2.5mm ² THW	-	-	3/4"	30.00	-	-

Tabla 3.18 Canalizaciones para las acometidas eléctricas

A2	Tablero de Alumbrado	Iluminación Área de Compresor de Gas	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	-	-	-	-	-	-
A8		Iluminación Recintos	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	6	-	-	-	-
A1		Iluminación Patio de Almacenamiento	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	-	-	1/2"	6	1"	50
A3		Iluminación Área de PRC	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	-	-	1/2"	6		
A7		Iluminación Perimetral	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	-	-	1/2"	6		
PE1	Tablero de Auxiliares	Pulsadores Parada de Emergencia en Patio de Almacenamiento	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	-	-	1/2"	3		
PE2			2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	-	-	1/2"	3		
PE3			2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	-	-	1/2"	3		
PE4		Pulsador P/E en Patio de Carga	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	-	-	1/2"	3		
PE5		Pulsador P/E Recinto PRC	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	-	-	1/2"	3		
F1	Transformador 440/220V para Energía Estabilizada en Tablero Compresor de Gas 01	Dispensador de GNV 01	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	85	1/2"	0.5	1 1/2"	40
F2		Dispensador de GNV 02	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	90	1/2"	0.5		
F3		Dispensador de GNV 03	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	70	1/2"	0.5		
F4		Dispensador de GNV 04	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	75.00	1/2"	0.50		

Desde Sala de Tablero hacia Patio de Almacenamiento

Desde Sala de Tablero hacia Sala de Sistemas

F5		Dispensador de GNV 05	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	55	1/2"	0.50			
F6		Dispensador de GNV 06	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	60	1/2"	0.50			
A10	Tablero de Alumbrado	Sirena de Alarma Contra incendio	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	35	1/2"	6			Desde Sala de Tablero hacia Sala de Sistemas
A4	Tablero de Auxiliares	Iluminación de Canopy de GNV 01	3-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	60	1/2"	2	1 1/2"	40	
A5		Iluminación de Canopy de GNV 02	3-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	45	1/2"	2			
A6		Iluminación de Canopy de GNV 03	3-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	35	1/2"	2			
UP2		Unidad de Energía Ininterrumpida 02	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	-	-	-	-			
-		Señal de P/E de Patio de Maniobras en Tablero Estabilizado de Sistema (TES)	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	-	-	-	-			
PE7		Pulsador P/E en Edificio	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	3/4"	30	-	-			
SFG	Central Detect. de Gas	Sirena de Alarma Fuga de Gas	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW			-	-			
P1	Tablero Estabilizado de Sistema (Sala de Sistemas)	Point of Sale - POS 01 en Isla 1	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	60	1/2"	0.50	-	-	
P2		Point of Sale - POS 02 en Isla 2	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	45	1/2"	0.50	-	-	
P3		Point of Sale - POS 03 en Isla 3	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	35	1/2"	0.50	-	-	
P4		Consola de Interface y Monitoreo	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	10	-	-	-	-	
U1	Unidad de Energía Ininterrumpida 02	Monitor en Sala de Sistema	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	10	-	-	-	-	
U3		Tablero Estabilizado de Sistema TES	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	10	-	-	-	-	
A9	Tablero de Alumbrado	Aire Acondicionado	2-1x4mm2 THW + (T)1x4mm2 THW	1/2"	15	-	-	-	-	

RED DE DATOS, SEÑALES DE CONTROL Y MANDO				PVC / SAP		Conduit			
CODIGO	DESDE	HASTA	CONFIGURACION	Ø Tub (pulg)	Long. (m)	Ø Tub (pulg)	Long. (m)	Ø Tub (pulg)	Long. (m)
-	Tablero de Auxiliares	Señal para Mando de Corte de Energía en Compresor de Gas 01	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	15	1/2"	0.50	-	-
-	Tablero Estabilizado de Sistema	Señal de P/E en Dispensador 01	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	110	-	-	-	-
-		Señal de P/E en Dispensador 02	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	115	-	-	-	-
-		Señal de P/E en Dispensador 03	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	95	-	-	-	-
-		Señal de P/E en Dispensador 04	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	100	-	-	-	-
-		Señal de P/E en Dispensador 05	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	80	-	-	-	-
-		Señal de P/E en Dispensador 06	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	85	-	-	-	-
POS1	Consola de Interface y Monitoreo	Point of Sale - POS 01 en Isla 1	5 Paquetes de cable apantallado FTP 4 pares Cat 6	1 1/2"	110	1 1/2"	0.50	-	-
POS2		Point of Sale - POS 02 en Isla 2	6 Paquetes de cable apantallado FTP 4 pares Cat 6	1 1/2"	95	1 1/2"	0.50	-	-
POS3		Point of Sale - POS 03 en Isla 3	7 Paquetes de cable apantallado FTP 4 pares Cat 6	1 1/2"	80	1 1/2"	0.50	-	-
-	Central Detect. de Gas	Válvula Electroneumática 01 - Ingreso a Compresor de Gas	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	5	-	-	-	-
-		Válvula Electroneumática 02 - Ingreso a la PRC	2-1x2.5mm2 THW + (T)1x2.5mm2 THW	1/2"	5	-	-	-	-

Tabla 3.19 Canalizaciones para las señales de control y datos

DTG1		Detector de Gas 01 - Dispensador 01	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	1/2"	60	1 1/2"	40	-	-	Desde Sala de Tablero hacia Sala de Sistemas
DTG2		Detector de Gas 02 - Dispensador 02	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	1/2"	55			-	-	
DTG3		Detector de Gas 03 - Dispensador 03	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	1/2"	45			-	-	
DTG4		Detector de Gas 04 - Dispensador 04	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	1/2"	40			-	-	
DTG5		Detector de Gas 05 - Dispensador 05	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	1/2"	35			-	-	
DTG6		Detector de Gas 06 - Dispensador 06	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	1/2"	30			-	-	
DTG7		Detector de Gas 07 - En PRC	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	-	-	1/2"	10	-	-	Desde Recinto de la PRC hacia Patio de Almacenamiento
DTG8		Detectores de Gas - En Módulos MATs	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	-	-	2"	45	-	-	
DTG9			Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	-	-			-	-	
DTG10			Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	-	-			-	-	
DTG11			Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	-	-			-	-	
PT1	Tablero de Control PRC	Transductor de Presión - En Módulos MATs	Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	-	-	2"	45	-	-	
PT2			Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	-	-			-	-	
PT3			Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	-	-			-	-	
PT4			Cable apantallado 1-4x1mm2 tipo S3	-	-			-	-	
EV1	Electroválvulas solenoides - En Módulos MATs		cable multifilar 2-1x1.5mm2	-	-	-	-	-	-	
EV2			cable multifilar 2-1x1.5mm2	-	-	-	-	-	-	
EV3			cable multifilar 2-1x1.5mm2	-	-	-	-	-	-	
EV4			cable multifilar 2-1x1.5mm2	-	-	-	-	-	-	

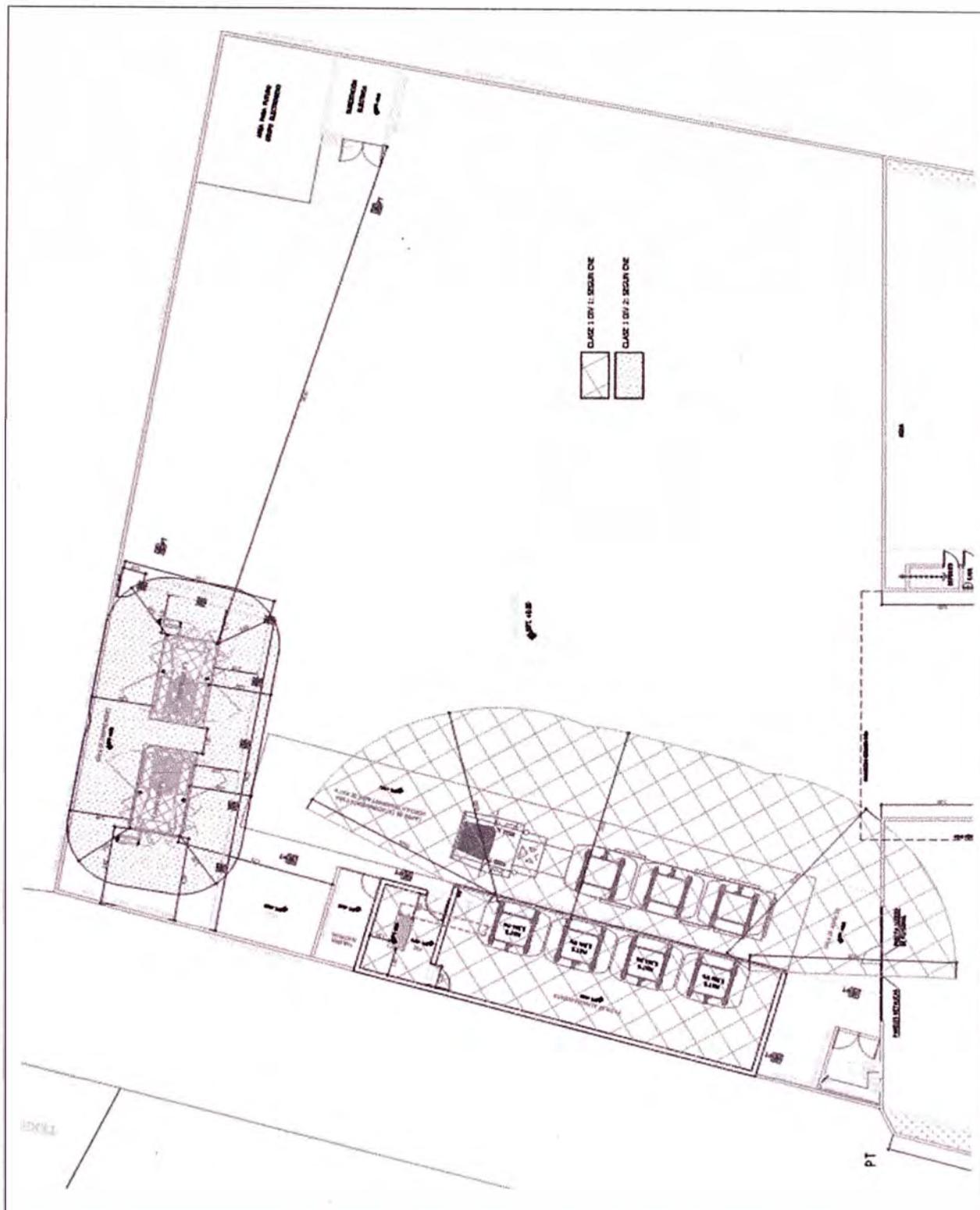


Figura 3.5 Áreas clasificadas en patio de compresión y almacenamiento

En la tabla 3.18 se muestra todas las canalizaciones para las acometidas eléctricas de los equipos del proyecto. Las canalizaciones serán del tipo conduit

cada vez que se encuentre dentro de un área clasificada Clase I Div. I y II (Figura 3.4 y Figura 3.5).

Se utilizarán sellos antiexplosivos para las acometidas de equipos dentro de un área clasificada Clase I Div. I y II, también inmediatamente después de entrar de manera enterrada a un área clasificada Clase I Div. I y II y cada vez que lo amerite según lo señalado en el Código Nacional de Electricidad.

En varios casos se ha considerado agrupar las acometidas en un mismo canalizado en conduit, debido a que cumplen con el mismo recorrido:

De la misma manera en la tabla 3.19 se muestra todas las canalizaciones para las señales de control y datos de los equipos del proyecto. Estas también deberán cumplir las consideraciones de áreas clasificadas Clase I Div. I y II. También en varios casos se ha considerado agrupar las señales de control en un mismo canalizado en conduit.

3.3.3 Identificación de trabajos previos de otras disciplinas

Cabe resaltar que muchas de las obras eléctricas descritas en la sección anterior, no es posible realizar sin antes tener ciertas actividades culminadas y otras en proceso de ejecución pertenecientes a obras civiles y estructuras metálicas.

La siguiente tabla describe las obras civiles y estructuras metálicas necesarias:

Tabla 3.20 Obras civiles y estructuras metálicas necesarias

N° Item	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
I	OBRAS CIVILES EN EJECUCIÓN	
1.1	Buzón eléctrico	-En patio de maniobras. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Islas de Despacho.
1.2	Zanja eléctrica enterrada	-Desde Subestación Eléctrica hacia Sala de Tableros. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Sala de Tableros.
1.3	Zanja eléctrica enterrada	-Desde Sala de Tableros hacia Losa de Compresor de Gas. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Compresores de Gas.
1.4	Zanja eléctrica enterrada	-Desde Patio de Almacenamiento hacia Sala de Sistemas. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Sala de Sistemas.

1.5	Zanja eléctrica enterrada	-Desde Sala de Sistemas hacia buzón eléctrico. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Buzón eléctrico.
1.6	Zanja eléctrica enterrada	-Desde Buzón eléctrico hacia Isla de despacho de GNV 01. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Dispensadores y POS.
1.7	Zanja eléctrica enterrada	-Desde Buzón eléctrico hacia Isla de despacho de GNV 02. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Dispensadores y POS.
1.8	Zanja eléctrica enterrada	-Desde Buzón eléctrico hacia Isla de despacho de GNV 03. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Dispensadores y POS.
1.9	Islas de Despacho de GNV 01	-En patio de maniobras. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Dispensadores y POS.
1.10	Islas de Despacho de GNV 02	-En patio de maniobras. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Dispensadores y POS.
1.11	Islas de Despacho de GNV 03	-En patio de maniobras. -Para enterrado de tuberías eléctricas PVC hacia Dispensadores y POS.
II	OBRAS CIVILES CULMINADAS	
2.1	Recinto de Subestación Eléctrica.	-Para montaje de equipos eléctricos.
2.2	Recinto de Sala de Tableros.	-Para montaje de tableros y equipos eléctricos.
2.3	Recinto de Planta Reguladora Compacta - PRC	-Para montaje de equipos eléctricos.
2.4	Recinto de Sala de Sistemas	-Para montaje de tableros y equipos eléctricos.
2.5	Muros en patio de Almacenamiento	-Para montaje de tuberías conduit y equipos eléctricos.
2.6	Losa para Compresor de Gas	-En zona de compresores. -Para instalación de tuberías conduit y Compresor de Gas.
2.7	Losa para la PRC	-En recinto de la PRC. -Para instalación de tuberías conduit y la PRC.
2.8	Canaleta Eléctrica	-En Subestación Eléctrica. -Para Acometidas Eléctricas.
2.9	Canaleta Eléctrica	-En Sala de Tableros. -Para cableado e instalación de Tableros y equipos eléctricos.
2.10	Canaleta Eléctrica	-En Sala de Sistemas. -Para cableado e instalación de Tableros y equipos eléctricos.
2.11	Canaleta Eléctrica y Mecánica	-Desde Recinto PRC hacia Patio de Almacenamiento. Para montaje de tubería conduit.
2.12	Cajas de Registro para Dispensadores y POS	-En Isla de despacho de GNV 01. -Para instalación de tuberías conduit.
2.13	Cajas de Registro para Dispensadores y POS	-En Isla de despacho de GNV 02. -Para instalación de tuberías conduit.
2.14	Cajas de Registro para Dispensadores y POS	-En Isla de despacho de GNV 03. -Para instalación de tuberías conduit.

2.15	Islas de Despacho de GNV 01	-En patio de maniobras. -Para montaje de Dispensadores y POS.
2.16	Islas de Despacho de GNV 02	-En patio de maniobras. -Para montaje de Dispensadores y POS.
2.17	Islas de Despacho de GNV 03	-En patio de maniobras. -Para montaje de Dispensadores y POS.
III	ESTRUCTURAS METÁLICAS CULMINADAS	
3.1	Estructuras MATs	-En patio almacenamiento
3.2	Soportería para tubería conduit	-En estructuras MATs
3.3	Soportería para tubería conduit	-Canaleta Eléctrica y Mecánica
3.4	Soportería para tubería conduit	-En pared en Recinto de Sala de Tableros.
3.5	Soportería para tubería conduit	-En pared en Recinto de Sala de Sistemas
3.6	Soportería para tubería conduit	En muros en zona de compresores
3.7	Soportería para tubería conduit	En muros en Recinto de Planta Reguladora Compacta - PRC
3.8	Soportería para tubería conduit	En muros en patio de Almacenamiento

3.4 COSTOS Y CRONOGRAMA DE TRABAJOS

Teniendo en cuenta que los trabajos para la instalación de un equipo eléctrico básicamente se realizan siguiendo los siguientes pasos:

- Adquisición y traslado del equipo eléctrico al proyecto.
- Montaje e instalación del equipo eléctrico.
- Instalación del canalizado para la acometida eléctrica.
- Cableado y conexionado del equipo eléctrico.
- Pruebas finales.

Y luego de identificar los equipos, canalizados y acometidas eléctricas, y tener identificado los trabajos necesarios por parte de otras disciplinas para las instalaciones eléctricas, se elabora el cronograma de trabajo, el cual se muestra en la figura siguiente:

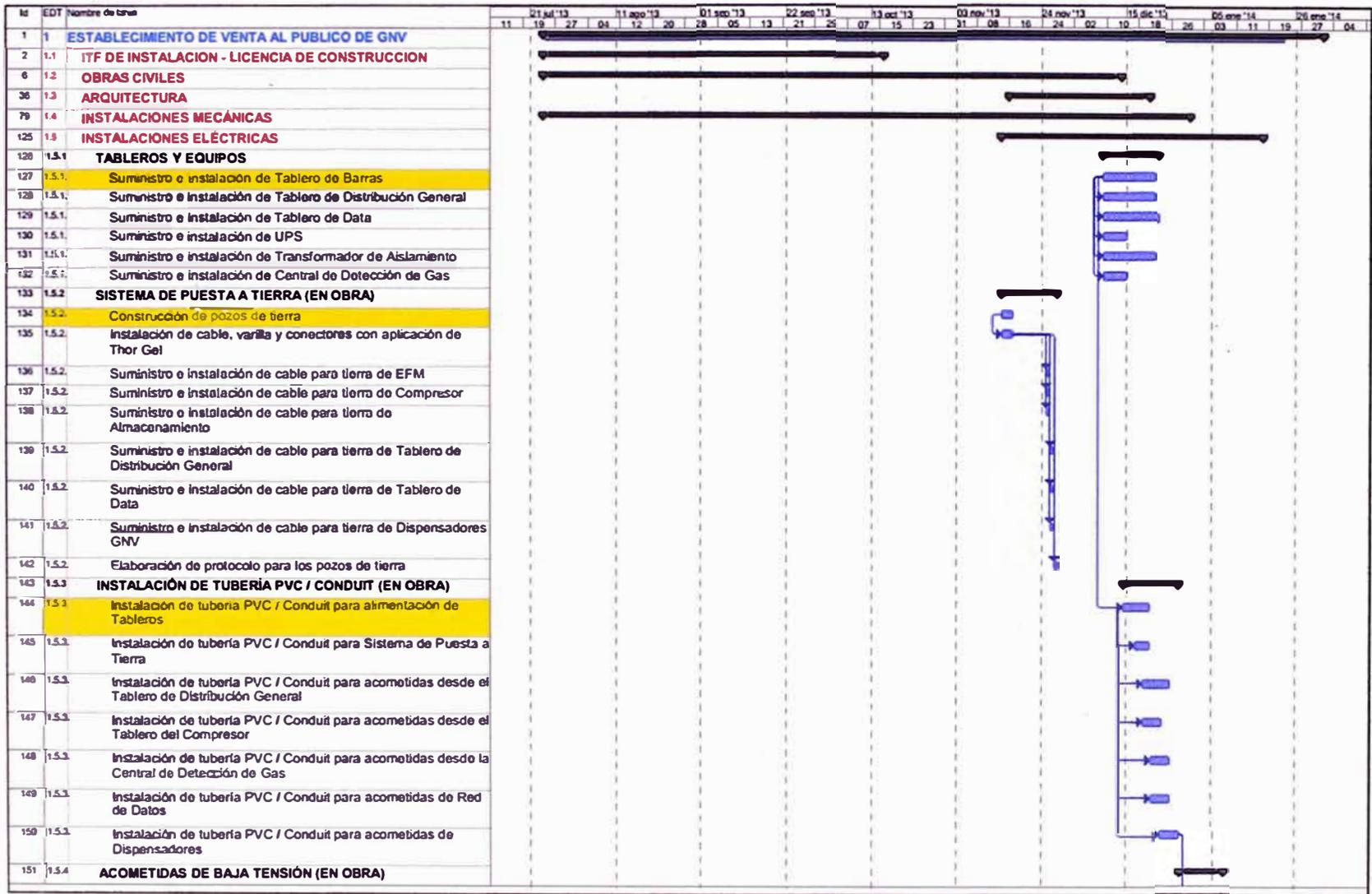


Figura 3.6 Diagrama de Gantt 1/2

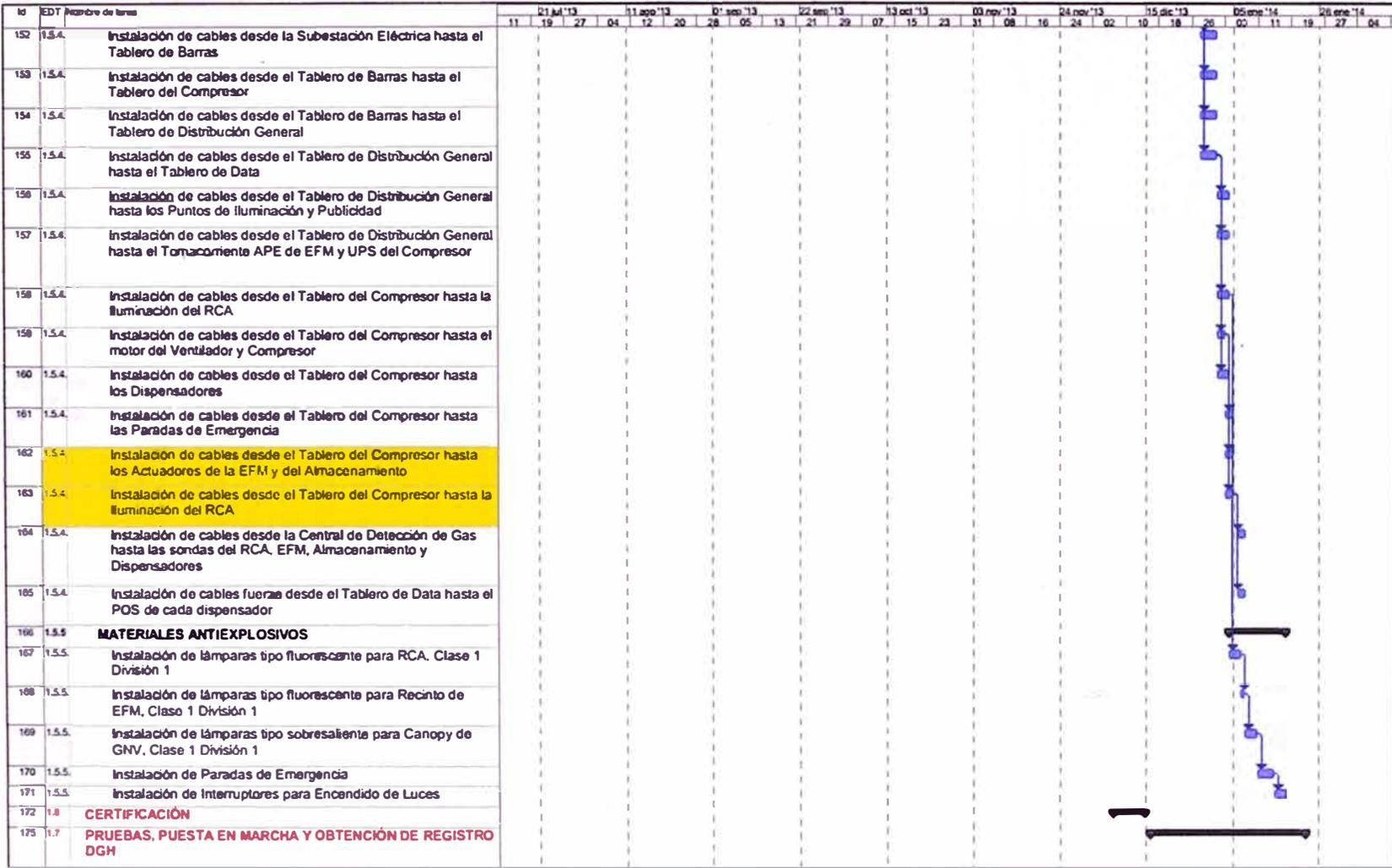


Figura 3.7 Diagrama de Gantt 2/2

La siguiente tabla resume los costos de las partidas de las obras eléctricas de proyecto:

Tabla 3.21 Presupuesto del Proyecto

ITEM	PARTIDAS SEGÚN RUBRO	Sub Total S/.
	INSTALACIONES ELECTRICAS GNV	
01.01	EQUIPAMIENTO ELECTRICO - ELECTRONICO	104,370.29
01.01.01	TABLEROS Y EQUIPOS	104,370.29
01.02	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCION CATODICA	16,776.68
01.02.01	POZOS A TIERRA	14,142.70
01.02.02	PROTECCION CATODICA	2,633.98
01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC / CONDUIT	30,284.21
01.03.01	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE BARRAS	4,756.00
01.03.02	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL 440V	758.52
01.03.03	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL 220V	274.70
01.03.04	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO MICROBOX COMPRESOR DE GAS	2,901.60
01.03.05	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE AUXILIARES	5,336.38
01.03.06	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE ALUMBRADO	3,583.08
01.03.07	ACOMETIDA DESDE UPS 01	148.08
01.03.08	ACOMETIDA DESDE CENTRAL DETECTORA DE GAS	6,134.20
01.03.09	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO PRC - CONTROL	775.60
01.03.10	ACOMETIDA DESDE UPS 02	888.30
01.03.11	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO ESTABILIZADO DE SISTEMAS	957.60
01.03.12	RED DE DATOS DESDE CONSOLA DE INTERFACE Y MONITOREO	3,000.11
01.03.13	ACOMETIDA ELECTRICA PARA TIERRA	770.04
01.04	CABLEADO ELECTRICO	129,349.35
01.04.01	ACOMETIDA DESDE LA SUBESTACION ELÉCTRICA	5,645.00
01.04.02	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE BARRAS	73,620.00
01.04.03	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL 440V	9,500.85
01.04.04	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL 220V	800.51
01.04.05	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO MICROBOX COMPRESOR DE GAS	6,149.25
01.04.06	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE AUXILIARES	8,170.90
01.04.07	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO DE ALUMBRADO	6,377.00
01.04.08	ACOMETIDA DESDE UPS 01	148.50
01.04.09	ACOMETIDA DESDE CENTRAL DETECTORA DE GAS	8,312.20
01.04.10	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO PRC - CONTROL	2,950.40
01.04.11	ACOMETIDA DESDE UPS 02	922.00
01.04.12	ACOMETIDA DESDE EL TABLERO ESTABILIZADO DE SISTEMAS	1,383.00
01.04.13	RED DE DATOS DESDE CONSOLA DE INTERFACE Y MONITOREO	3,797.39
01.04.14	ACOMETIDA ELECTRICA PARA TIERRA	1,572.35

01.05	MATERIALES A PRUEBA DE EXPLOSION	69,683.04
01.05.01	EQUIPOS DE ILUMINACION	42,723.14
01.05.02	ACCESORIOS ELECTRICOS	26,959.89
01.06	MATERIALES ELECTRICOS	2,247.10
01.06.01	ACCESORIOS ELECTRICOS	2,247.10
01.07	CONEXIONADO ELECTRICO	3,918.22
01.07.01	TABLEROS Y MOTORES	3,540.60
01.07.02	BUZON ELECTRICO	377.62
01.08	PRUEBAS FINALES	488.70
01.08.01	PRUEBAS ELECTRICAS	488.70
	Costo directo	357,117.58
	Gastos generales	24,998.23
	Utilidad	28,569.41
	Precio final	410,685.22

3.5 EJECUCIÓN Y RESULTADOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En esta subsección mostramos la ejecución del cronograma y los resultados de la implementación sistema de GNV del proyecto:

3.5.1 Construcción de recintos y áreas de trabajo

Las obras eléctricas empiezan una vez entregado las obras civiles en construcción de recintos y áreas de trabajo. Estas actividades son acompañadas con las siguientes obras eléctricas:

- Entubado de tuberías de luz PVC para instalaciones interiores (iluminación y tomacorriente).
- Entubado de tuberías de PVC SAP enterrado en recinto para instalación de tableros y equipos.

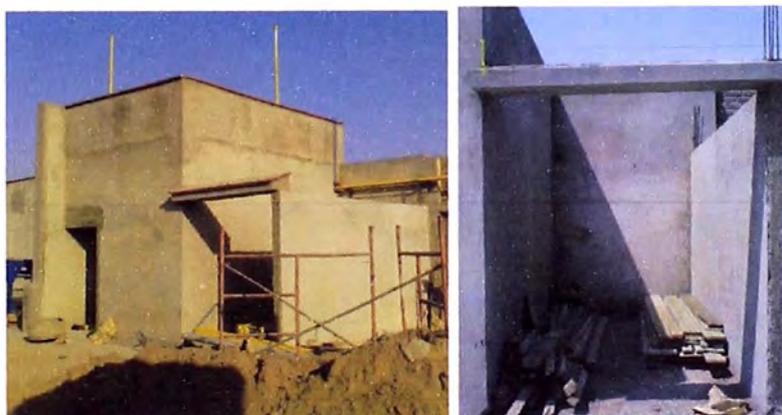


Figura 3.8 Construcción de la Sala de Tableros



Figura 3.9 Construcción de la Sala de Sistemas



Figura 3.10 Construcción del recinto de la PRC



Figura 3.11 Construcción del patio de almacenamiento



Figura 3.12 Construcción de losa de Compresor de Gas



Figura 3.13 Canopys de Islas de Despacho Existentes



Figura 3.14 Dos Canopys nuevos para despacho de GNV.

3.5.2 Construcción de buzones, zanjas y canaletas eléctricas

Estas obras eléctricas se realizan en todo momento en coordinación con obras civiles. Las canaletas eléctricas serán instaladas en dimensiones 0.6x0.6m dentro de los recintos de Sala de Tableros y Sala de Sistemas para facilitar la instalación de cables de acometidas. Las zanjas eléctricas servirán para intercomunicación entre recintos de tableros y equipos finales. El buzón eléctrico servirá como punto de llegada de acometidas eléctricas y será utilizado para distribuir éstas acometidas a equipos finales con diferentes ubicaciones.

a. Construcción de Buzón Eléctrico



Figura 3.15 Distribución de tuberías para acometidas en Buzón Eléctrico

b. Construcción de Zanjas Eléctricas



Figura 3.16 Zanjas Eléctricas en Patio de Maniobras



Figura 3.17 Zanjas Eléctricas en Islas de Despacho de GNV



Figura 3.18 Zanjas Eléctricas para acometida del Compresor de Gas

c. Construcción de Canaletas Eléctricas



Figura 3.19 Canaletas Eléctricas en recintos y áreas del proyecto.

3.5.3 Montaje, entubado y conexionado de tableros y equipos eléctricos

Una vez completado las obras civiles en recintos y canalizaciones eléctricas. Se procede al montaje de equipos y las instalaciones de los equipos que estén disponibles en canalizaciones, en paralelo se completan trabajos de montaje en tubería conduit de los demás equipos. Una vez completado el entubado en conduit se procede a la instalación de los equipos restantes. A continuación mostramos las instalaciones de éstos equipos y sus canalizaciones:

a. En Sala de Tableros tenemos los siguientes equipos:



Figura 3.20 Tablero de Distribución General en 440V



Figura 3.21 Tablero de Distribución General en 220V



Figura 3.22 Tablero de Auxiliares



Figura 3.23 Equipos electrónicos para energía estabilizada: UPS 3kVA, Transformador de Aislamiento y Banco de Baterías.



Figura 3.24 Equipos electrónicos: Central de Detección de Gas.
Equipos electrónicos: Central de Detección de Gas.



Figura 3.25 Instalación de Compresor de Aire para válvulas comandadas.

b. En Sala de Sistemas tenemos los siguientes equipos:



Figura 3.26 Montaje de tubería conduit, ingreso a Sala de Sistemas



Figura 3.27 Instalación y conexión de tablero de Energía Estabilizada.

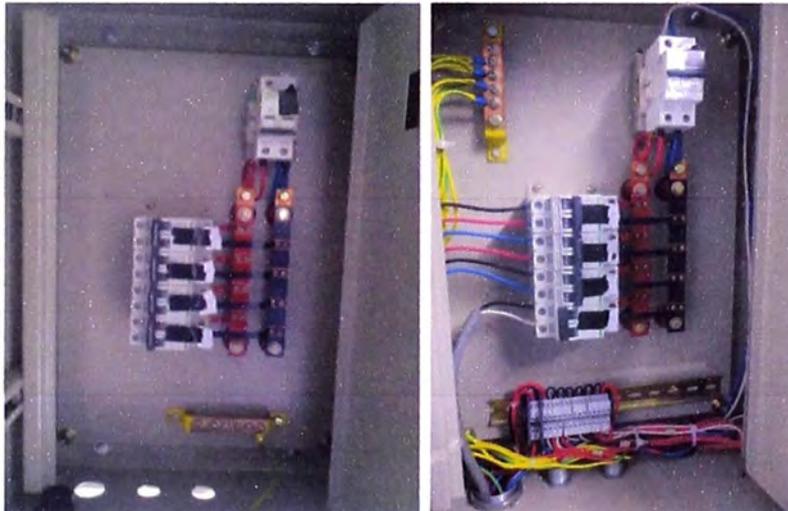


Figura 3.28 Conexión de Tableros Energía Estabilizada.



Figura 3.29 Instalación de Consola de Interface

c. En Área de Compresores tenemos



Figura 3.30 Compresor de Gas montado en Área de Compresores



Figura 3.31 Acometida eléctrica y cables de llegada del Compresor de Gas

d. En Área de la Planta Reguladora Compacta tenemos:



Figura 3.32 Planta Reguladora Compacta sin acometida.

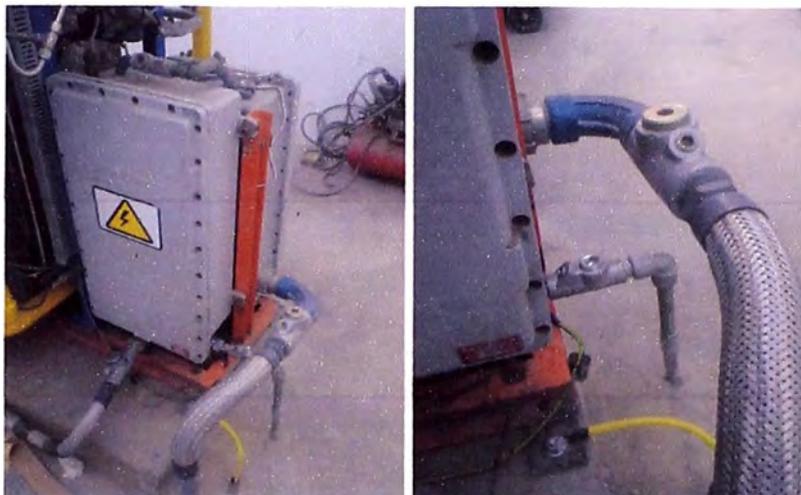


Figura 3.33 Acometidas a Tablero de Fuerza y Control de la PRC.



Figura 3.34 Cajas Antiexplosivas para acometidas de resistencias 45kW.



Figura 3.35 Equipos de Iluminación Clase I División I dentro de Recinto



Figura 3.36 Detector de Fuga de Gas de la PRC

e. En Patio de Almacenamiento tenemos:



Figura 3.37 Montaje de estructuras metálicas en patio de almacenamiento



Figura 3.38 Instalación de la instrumentación (válvula de comando, transductor de presión, detector de gas) para cada Módulo de Almacenamiento (MAT).

f. En Patio de Maniobras tenemos:

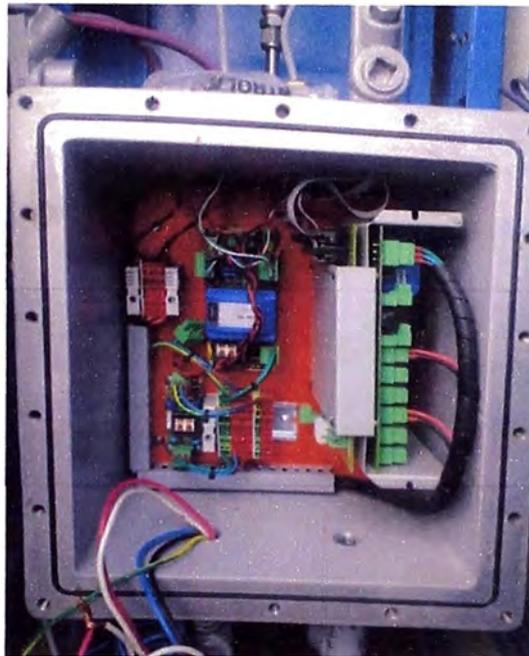


Figura 3.39 Conexión de caja eléctrica en dispensadores



Figura 3.40 Montaje e instalación de detectores de gas en Dispensador

3.5.4 Resultados de la implementación de equipos de GNV

A continuación se muestran los resultados de las instalaciones en correspondientes a los principales equipos del sistema de GNV:

a. En Patio de Almacenamiento y Compresión:



Figura 3.41 Módulos de Almacenamiento y Transporte (MAT) y su instrumentación.



Figura 3.42 Área de Compresores: Compresor de Gas y reserva a Futuro.



Figura 3.43 Planta Reguladora Compacta Instalación Final.

b. En Patio de Maniobras:



Figura 3.44 Nuevos Canopys de Islas de despacho de GNV.

3.5.5 Pruebas finales con Gas Natural

Una vez implementado todos los equipos pertenecientes al sistema de GNV del proyecto se realiza un acta de pruebas finales para la conformidad por parte de la entidad reguladora Osinergmin.

Estas pruebas se realizan en presencia del ingeniero Supervisor certificado IG-3 por parte de Osinergmin, y el ingeniero certificado IG-3 por parte de la empresa INGENSTAL ejecutante del proyecto, esto en colaboración del equipo de trabajo responsable de la ejecución de las instalaciones de los sistemas.

Se realizaron dos actas de pruebas: La primera correspondiente al Patio de Almacenamiento y Compresión del Sistema de Gas Natural Comprimido, y la segunda correspondiente al Patio de Maniobras del Sistema de Gas Natural Vehicular.

Las pruebas correspondientes a las instalaciones eléctricas fueron:

Pruebas de Paradas de Emergencia

Pruebas de Detectores de Gas y Alarmas

Pruebas de Calibración de Dispensadores de GNV.

Verificación de Instalaciones de Acuerdo a Obra.



Figura 3.45 Pruebas de Calibración de dispensadores.



Figura 3.46 Carga de GNV a vehículos livianos.



Figura 3.47 Verificación de la Calibración en Dispensadores.

Finalmente se elaboraron las "acta de pruebas con Gas Natural" dando como resultado la conformidad de la implementación de las instalaciones del sistema de GNV para la estación de Servicio y Gasocentro.

CONCLUSIONES

1. En el diseño de sistemas de uso de Gas Natural, lo más importante es cumplir tanto para la disciplina eléctrica, mecánica, civil y arquitectura, con lo especificado en las normas locales que resaltan la importancia de la seguridad de los equipos para el proyecto y mantener así la buena integridad de sus usuarios en para posterior operación de sus instalaciones.
2. Es necesario tener bien definido la ubicación de los ambientes y la distribución de las redes mecánicas y sanitarias dentro del proyecto. Respetando lo anterior y respetando los requerimientos mínimos exigidos por Osinergmin, se puede realizar a detalle el diseño eléctrico.
3. Las instalaciones eléctricas se realizaron respetando lo establecido en la normativa peruanas y exigencias del Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006 (CNE-U) al igual que en todo proyecto en instalaciones eléctricas.
4. Para planificar el cronograma de las instalaciones eléctricas en sistemas de gas natural, se debe tener claro los alcances conociendo la parte funcional y operativa que exigen las normas técnicas peruanas. Teniendo esto claro se puede mejorar la estimación en tiempos y costos de las actividades correspondientes al proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Prensa Vehicular del Perú, "Ica ya cuenta con su primera estación de GNV". Año IV N° 30, junio/julio 2011
- [2] Osinergmin, "Masificación del gas natural en el Perú- Hoja de ruta para acelerar su desarrollo". Publicación elaborada por la División de Gas Natural de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART) de OSINERGMIN y editada por Teps Group S.A.C. según Orden de Servicio 002 - 000047.
- [3] Ing. Antero Ganoza Ydiaquez, "Supervisiones en actividades hidrocarburos líquidos en la unidad de registros y operaciones comerciales". OSINERGMIN, <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/I%20FORO%20REGIONAL%20DE%20HIDROCARBUROS-REGION%20ANCASH/2.-%20Supervision%20de%20Seguridad%20en%20Instalaciones%20de%20Servicio,%20Grifos%20y%20Gasocentros.pdf>.
- [4] DECRETO SUPREMO N° 006-2005-EM, "Reglamento para la instalación y operación de establecimientos de venta al público de gas natural vehicular (GNV)", <http://www.osinergmin.gob.pe/cds/registro/gnv/normativa/uploads/DS%20006->

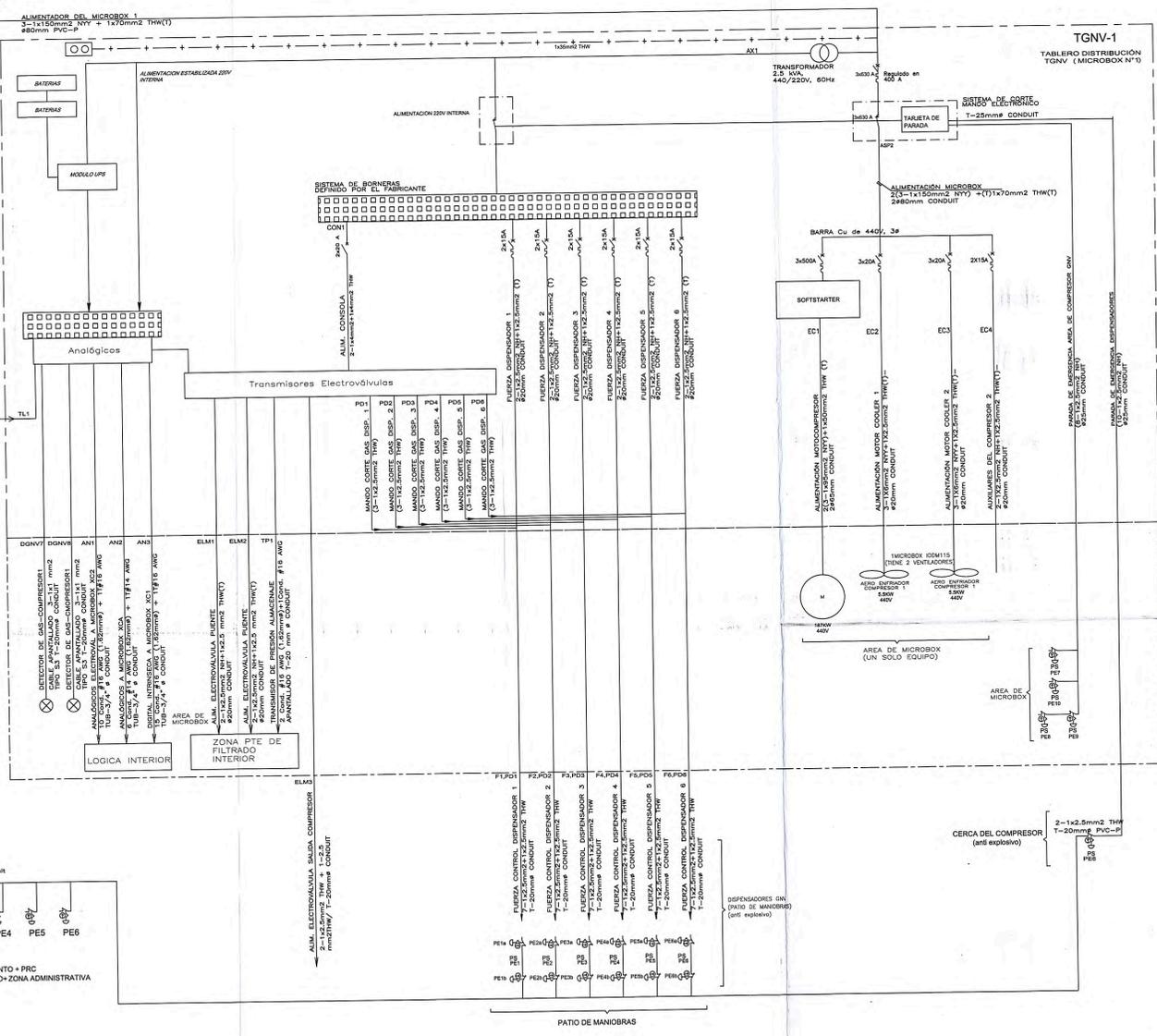
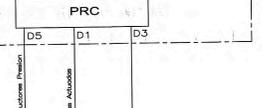
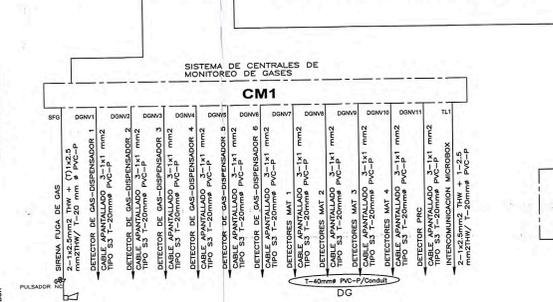
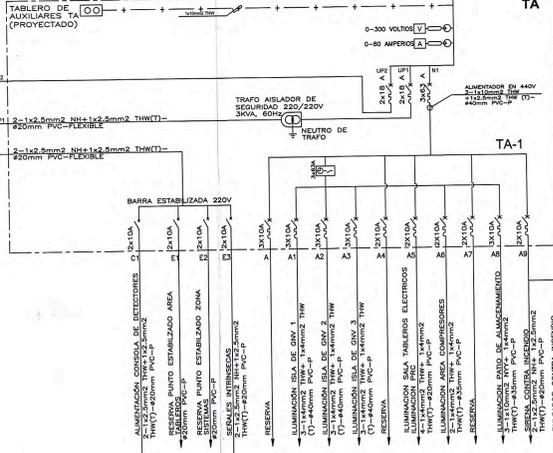
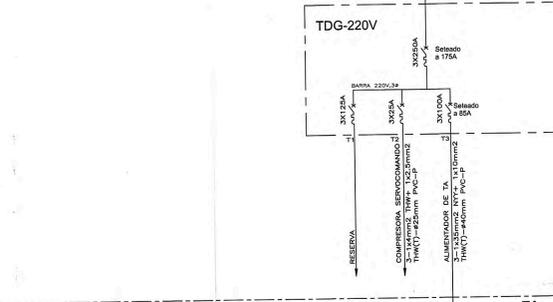
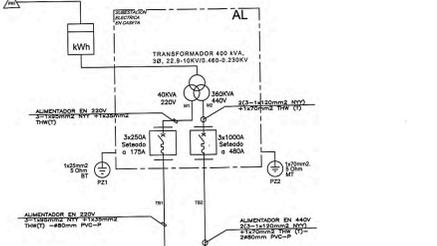
2005-EM%20RHGN.pdf

- [5] NTP 111.019:2007, "GAS NATURAL SECO. Estación de servicio para venta al público de gas natural vehicular (GNV). 2a. ed.", Publicado por R. 052-2007//INDECOPI-CRT (2007-06-20).
- [6] NTP 111.031:2008, " GAS NATURAL SECO. Estación de compresión, módulos contenedores o de almacenamiento y estación de descompresión para el gas natural comprimido (GNC)" , Publicado: R. 41-2008-CNB-INDECOPI (2009-01-03)
- [7] Código Nacional de electricidad 2006 - "Utilización"

ANEXOS

1. IE-01 DIAGRAMA UNIFILAR – Conforme a Obra
2. IE-02 RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SISTEMA GNV – Conforme a Obra
3. IE-03 RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SISTEMA GNC – Conforme a Obra
4. IE-04 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS – Conforme a Obra
5. IE-05 EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EN MT 10/22.9/0.44-0.22kV
6. IE-06 DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN P&ID SISTEMA GNV – Conforme a Obra
7. IE-07 DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN P&ID SISTEMA GNC – Conforme a Obra

LINEA 30 MT DEL CONCESIONARIO (10KV)



Circuito	Descripción	Carga instalada (W)	Factor de demanda (%)	Máxima demanda (W)	Corriente Nominal (A)	L (m)	Configuración	Ø Tubería (mm)
TABLERO "TES"								
P1	ALIMENTACION FUERZA EQUIPO POS 1	500	1	500	2.84	60	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
P2	ALIMENTACION FUERZA EQUIPO POS 2	500	1	500	2.84	45	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
P3	ALIMENTACION FUERZA EQUIPO POS 3	500	1	500	2.84	10	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
U3	ALIMENTACION CONSOLA DE INTERFASE	2000	1	2000	11.36	6	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
TABLERO "TA"								
U1	LINEA ESTABILIZADA 1	1000	1.0	1000	4.55	6	2-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
E1	RESERVA EN SALA DE TABLEROS	1000	1.0	1000	5.68	16	2-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
E2	LINEA ESTABILIZADA PARA PRC	3000	1.0	3000	17.05	6	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
TABLERO "TA-1"								
A	RESERVA	500	1.0	500	2.84	110	3-1x10mm2 THW + 1x6mm2 THW	25
A1	ILUMINACION ISIA DE GNV 1	500	1.0	500	2.67	95	3-1x6mm2 THW + 1x4mm2 THW	25
A2	ILUMINACION ISIA DE GNV 2	500	1.0	500	2.67	85	3-1x6mm2 THW + 1x4mm2 THW	25
A3	ILUMINACION ISIA DE GNV 3	1000	1.0	1000	5.35	80	3-1x6mm2 THW + 1x4mm2 THW	25
A4	RESERVA	1000	1.0	1000	5.68	10	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
A5	ILUMINACION SALA DE TABLEROS	500	1.0	500	2.67	10	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
A6	ILUMINACION AREA DE COMPRESORES	500	1.0	500	2.67	25	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
A7	RESERVA	500	1.0	500	2.67	30	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
A8	ILUMINACION PATIO DE ALMACENAMIENTO	500	1.0	500	2.67	75	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
A9	SIRENA CONTRA INCENDIO	500	1.0	500	2.67	75	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
N1	TOTAL LINEA ESTABILIZADA 2 (CI)	6000	1.0	6000	34.09	10	3-1x2.5mm2 THW + 1x6mm2 THW	40

Circuito	Descripción	Carga instalada (W)	Factor de demanda (%)	Máxima demanda (W)	Corriente Nominal (A)	L (m)	Configuración	Ø Tubería (mm)
TABLERO TGD 220V								
T1	RESERVA	8000	1.0	8000	23.35	10	3-1x4mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
T2	COMPRESORA SERVOCOMMANDO	7400	0.8	5968	19.60	10	3-1x4mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
T3	TABLERO "TA"	12000	1.0	12000	68.18	6	3-1x35mm2 THW + 1x10mm2 THW	40
TB1	TOTAL TGD 220V	27400	0.8	21968	114.06	75	3-1x35mm2 THW	100

Circuito	Descripción	Carga instalada (W)	Factor de demanda (%)	Máxima demanda (W)	Corriente Nominal (A)	L (m)	Configuración	Ø Tubería (mm)
TABLERO TGD 440V								
T4	PRC	88200	1.0	88200	62.81	9	3-1x16mm2 THW + 1x6mm2 THW	25
T5	COMPRESOR DE GAS	201000	0.92	185000	270.04	15	3-1x150mm2 NYY + 1x35mm2 THW	80
T6	RESERVA	8000	1.0	8000	13.14	10	3-1x2.5mm2 THW + 1x2.5mm2 THW	20
TB2	TOTAL TGD 440V	247250	0.92	221500	379.75	75	2x(3-1x120mm2 NYY) + 1x210mm2 THW	80

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

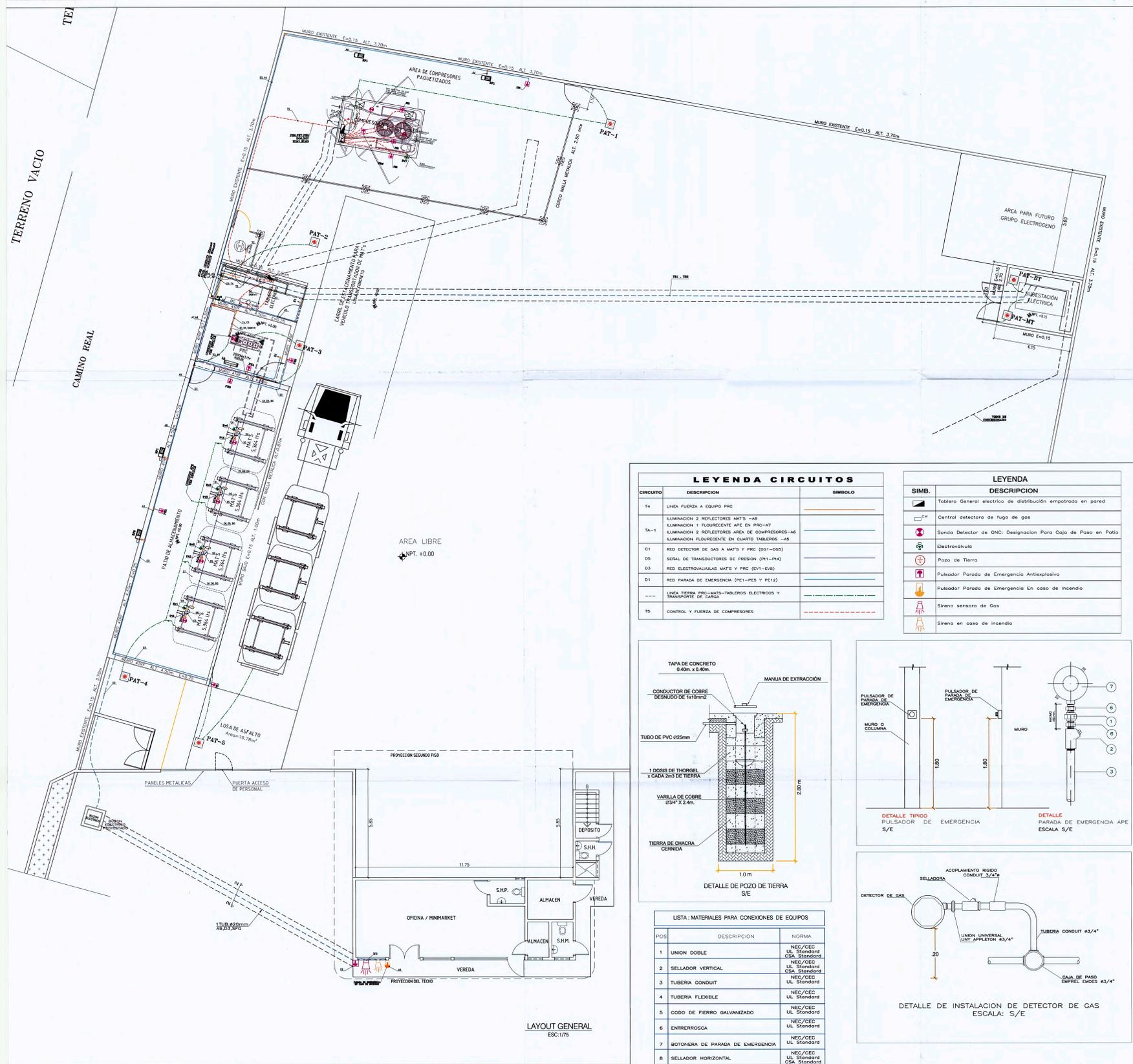
PROYECTO: INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA AMPLIACION DE GASOCENTRO PARA LA VENTA AL PUBLICO DE GNV
CATEGORIA: ELECTRICIDAD

TITULO DEL PLANO: DIAGRAMA UNILINAR
LAMA: IE-01

ELABORADO POR: FERNANDEZ ZAVALA, Miguel A.
FECHA EMISION: OCTUBRE 2014

CODIGO UNI: 20060023-E
ESPECIALIDAD: ING. MECANICA

ESCALA: 5/8
FORMATO: A0

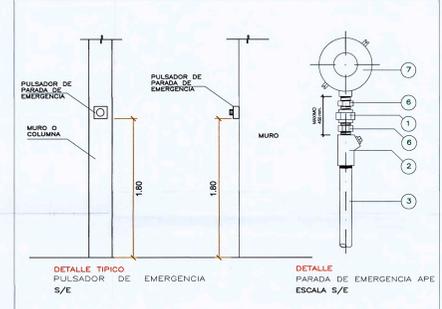
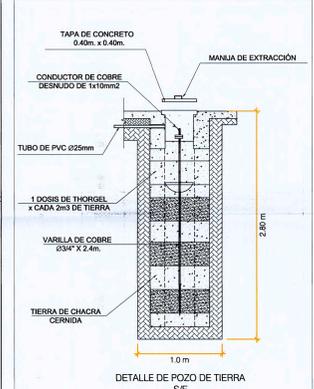


LEYENDA CIRCUITOS

CIRCUITO	DESCRIPCION	SIMBOLO
T4	LINEA FUERZA A EQUIPO PRC	
TA-1	ILUMINACION 2 REFLECTORES MATS -A8 ILUMINACION 1 FLUORESCENTE APE EN PRC-A7 ILUMINACION 2 REFLECTORES AREA DE COMPRESORES-A6 ILUMINACION FLUORESCENTE EN CUARTO TABLEROS -A5	
C1	RED DETECTOR DE GAS A MATS Y PRC (D01-D05)	
D5	SEÑAL DE TRANSDUCTORES DE PRESION (P11-P14)	
D3	RED ELECTROVALVULAS MATS Y PRC (EVI-EV5)	
D1	RED PARADA DE EMERGENCIA (PE1-PE5 Y PE12)	
---	LINEA TIERRA PRC-MATS-TABLEROS ELECTRICOS Y TRANSPORTES DE CARGA	
T5	CONTROL Y FUERZA DE COMPRESORES	

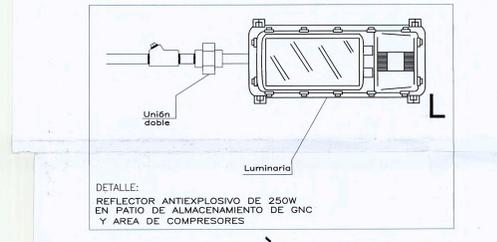
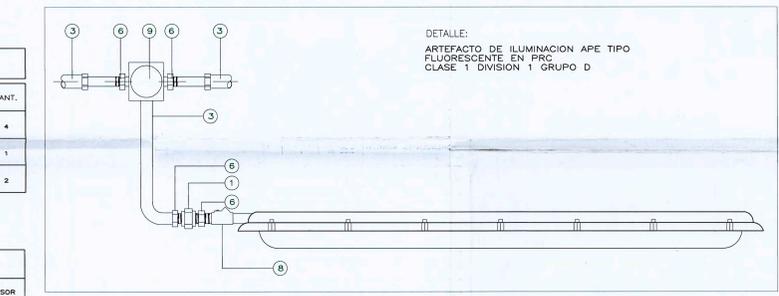
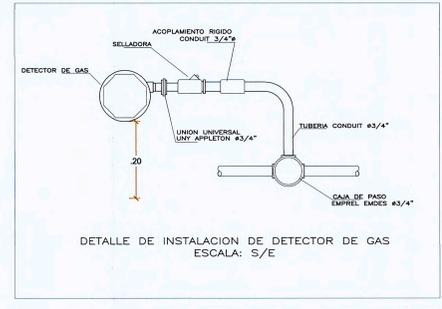
LEYENDA

SIMB.	DESCRIPCION
	Tablero General eléctrico de distribución empotrado en pared
	Central detectora de fuga de gas
	Sonda Detector de GNC: Designación Para Caja de Paso en Patio
	Electrovalvula
	Fozo de Tierra
	Pulsador Parada de Emergencia Antiexplosivo
	Pulsador Parada de Emergencia En caso de incendio
	Sirena sensora de Gas
	Sirena en caso de incendio



LISTA: MATERIALES PARA CONEXIONES DE EQUIPOS

POS.	DESCRIPCION	NORMA
1	UNION DOBLE	NEC/CEC UL Standard CSA Standard
2	SELLADORA VERTICAL	NEC/CEC UL Standard CSA Standard
3	TUBERIA CONDUIT	NEC/CEC UL Standard
4	TUBERIA FLEXIBLE	NEC/CEC UL Standard
5	CODO DE FIERRO GALVANIZADO	NEC/CEC UL Standard
6	ENTRERROSCA	NEC/CEC UL Standard
7	BOTONERA DE PARADA DE EMERGENCIA	NEC/CEC UL Standard
8	SELLADOR HORIZONTAL	NEC/CEC UL Standard CSA Standard
9	CAJA GUIA TE	NEC/CEC UL Standard CSA Standard

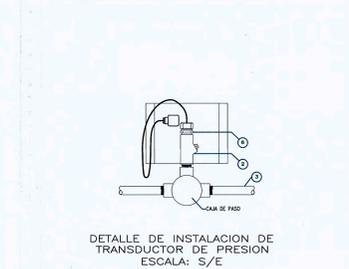
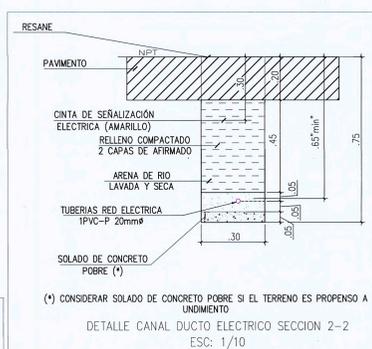


LEYENDA LUMINARIAS

SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURA (m)	CANT.
	PROYECTOR CON EQUIPO INCORPORADO MODELO XPMH4 - APE CON LAMPARAMA DE MERCURIO HALOGENADO 250W, 230V, MARCA DELGA S.A.	4.00 m	4
	LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO APE CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES 40W/C/U MODELO XAFI-220, 220V, MARCA DELGA S.A.	3.00 m	1
	LUMINARIA FLUORESCENTE CON 2 LAMPARAS FLUORESCENTES 40W C/U	2.00 m	2

DESCRIPCION POZOS A TIERRA

SIMBOLO	DESCRIPCION
PAT-1	POZO A TIERRA 1 PARA: COMPRESOR DE GAS GALILEO Y REJA METALICA RECINTO DE COMPRESOR
PAT-2	POZO A TIERRA 2 PARA: SALA DE TABLEROS
PAT-3	POZO A TIERRA 3 PARA: UNIDAD PRC Y PUERTAS METALICAS CUARTO PRC
PAT-4	POZO A TIERRA 4 PARA: PLATAFORMAS DE ALMACENAMIENTO PAD
PAT-5	POZO A TIERRA 5 PARA: CAMIONES DE CARGA GNV
PAT-6	POZO A TIERRA 6 PARA: CONSOLA DE INTERFASE
PAT-BT	POZO A TIERRA 7 PARA: SUBESTACION ELECTRICA B.T.
PAT-MT	POZO A TIERRA 8 PARA: SUBESTACION ELECTRICA M.T.



Circuito	Descripción	Carga Instalada (W)	Potencia demandada (W)	Máxima demanda (W)	Corriente Nominal (A)	L (m)	Configuración	# Tablero (mm)
TABLEROS TIE								
P1	ALIMENTACION FUERZA EQUIPO POS 1	300	1	300	2.84	60	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
P2	ALIMENTACION FUERZA EQUIPO POS 2	300	1	300	2.84	45	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
P3	ALIMENTACION FUERZA EQUIPO POS 3	300	1	300	2.84	35	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
U4	ALIMENTACION CONSOLA DE INTERFASE	300	1	300	2.84	10	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
U5	TOTAL TABLEROS TIE*	2000	1	2000	13.36	6	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
LINEA ESTABILIZADA 1 (C)								
U1	LINEA ESTABILIZADA MONITOR	3000	1.0	3000	3.68	6	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
U2	TABLEROS TIE*	2000	1.0	2000	13.36	6	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
U3	TOTAL LINEA ESTABILIZADA 1 (C)	3000	1.0	3000	17.05	6	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
TABLEROS TA-1								
A	RESERVA	300	1.0	300	2.84			
A1	ILUMINACION SALA DE GNV 1	300	1.0	300	2.87	110	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	25
A2	ILUMINACION SALA DE GNV 2	300	1.0	300	2.87	95	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	25
A3	ILUMINACION SALA DE GNV 3	300	1.0	300	2.87	85	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	25
A4	RESERVA	300	1.0	300	2.84			
A5	ILUMINACION SALA DE TABLEROS	300	1.0	300	2.87	10	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
A6	ILUMINACION AREA DE COMPRESORES	300	1.0	300	2.87	25	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
A7	RESERVA	300	1.0	300	2.84			
A8	ILUMINACION PATIO DE ALMACENAMIENTO	300	1.0	300	2.87	30	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
A9	SEÑAL CONTRA INCENDIO	300	1.0	300	2.87	75	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
A10	RESERVA	300	1.0	300	2.84			
A11	TOTAL TABLEROS TA-1*	6000	1.0	6000	36.28	25	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	40
TABLEROS TDG 220V								
U1	LINEA ESTABILIZADA 1	3000	1.0	3000	17.05	6	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
U2	LINEA ESTABILIZADA 2 (C)	3000	1.0	3000	17.05	6	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
U3	TABLEROS TA-1*	6000	1.0	6000	36.28	18	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	40
U4	TOTAL TABLEROS TDG 220V*	12000	1.0	12000	46.18	6	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	40
TABLEROS TDG 440V								
T1	RESERVA	8000	1.0	8000	23.15			
T2	COMPRESORA SERVOCOMANDO	2000	0.8	2000	10.40	10	3-1x4.0mm² THW + 1x2.5mm² THW	20
T3	TABLEROS TIE*	2000	1.0	2000	13.36	18	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	40
T4	RESERVA	8000	1.0	8000	13.34			
T5	TOTAL TDG 440V*	27460	1.0	27460	114.06	75	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	100

Circuito	Descripción	Carga Instalada (W)	Potencia demandada (W)	Máxima demanda (W)	Corriente Nominal (A)	L (m)	Configuración	# Tablero (mm)
COMPRESOR DE GAS								
	RED DE FUERZA	187000						
	SEÑAL DE EMERGENCIA	5000						
	SEÑAL DE EMERGENCIA 2	5000						
	SEÑAL DE EMERGENCIA 3	5000						
	SEÑAL DE EMERGENCIA 4	5000						
T5	TOTAL COMPRESOR DE GAS	202000	0.82	182000	278.04	15	3-1x15.0mm² NYI + 1x2.5mm² THW	80
TABLEROS TDG 440V								
T4	PRC	2000	1.0	2000	42.78	3	3-1x2.5mm² THW + 1x2.5mm² THW	25
T5	COMPRESOR DE GAS	202000	0.82038	182000	278.04	15	3-1x15.0mm² NYI + 1x2.5mm² THW	80
T6	RESERVA	8000	1.0	8000	13.34			
T7	TOTAL TDG 440V*	207000	0.82038	184000	278.04	75	2x3-1x15.0mm² NYI + 1x2.5mm² THW	80

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO: INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA AMPLIACIÓN DE GASOCENTRO PARA LA VENTA AL PÚBLICO DE GNV

TÍTULO DEL TRABAJO: RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SISTEMA GNC - Configuración 03

ELABORADO POR: FERNÁNDEZ ZAVALA, Miguel A. CÓDIGO UNI: 2006022-E ESPECIALIDAD: ING. MECATRÓNICA

FECHA EMISIÓN: OCTUBRE 2014 ESCALA: 1/100 FORMATO: A0

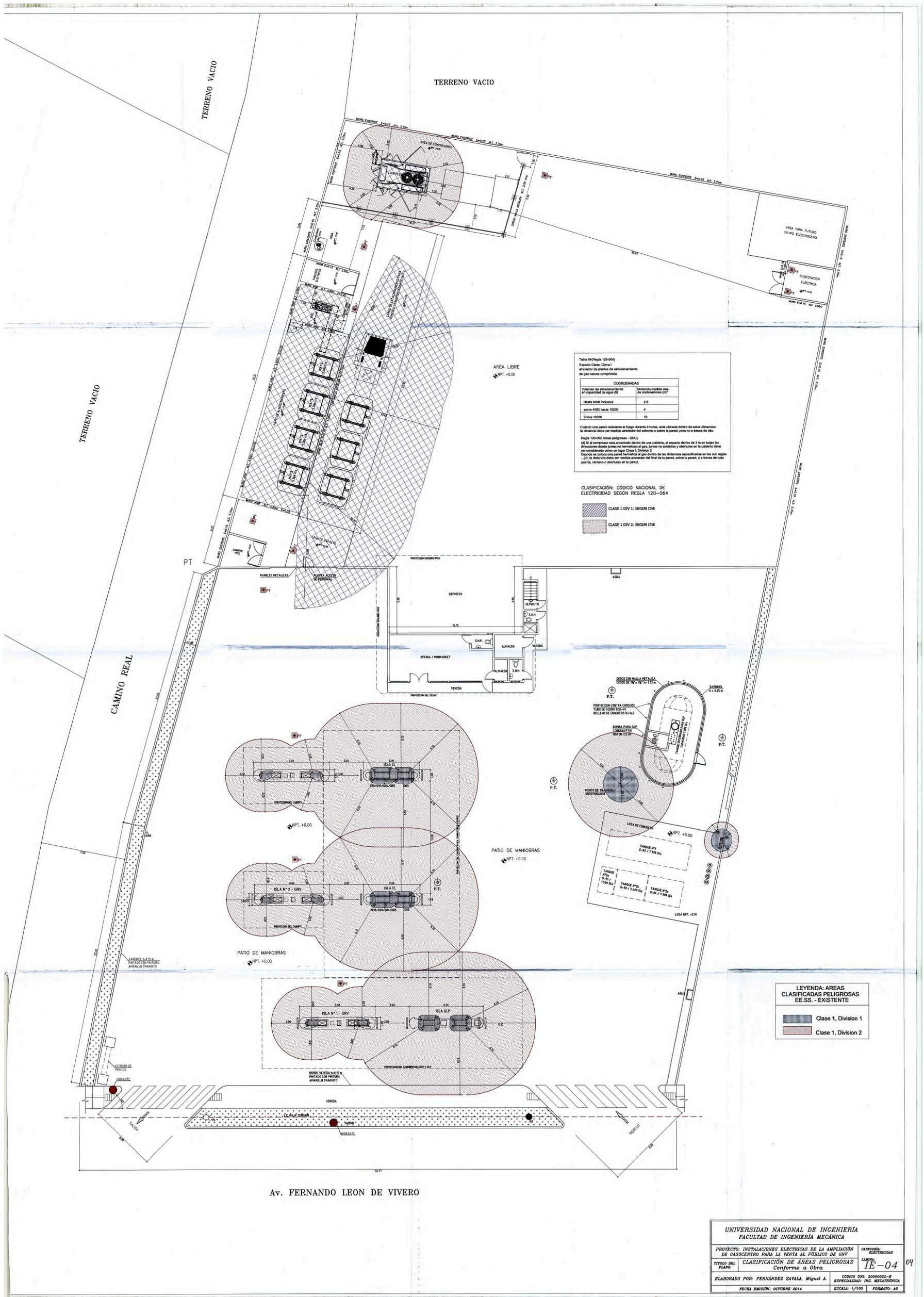


Tabla 64 (Regla 120-054)
Espacio Clase 1 Zona 1
entorno de puertas de almacenamiento
de gas natural comprimido

COORDENADAS	
Volumen de almacenamiento en capacidad de litros (l)	Distancia medida desde las coordenadas (m)
Hasta 4000 inclusive	2.5
Sobre 4000 hasta 10000	4
Sobre 10000	10

Cuando una pared resistente al fuego durante 4 horas, está ubicada dentro de estas distancias la distancia debe ser medida alrededor del extremo o sobre la pared, pero no a través de ella.

Regla 120-062 Areas poligonales - (PNC)
Si el contenedor está encerrado dentro de una cubierta, el espacio dentro de 3 m en todas las direcciones desde juntas no herméticas al gas, juntas no soldadas y aberturas en la cubierta debe ser considerado como en lugar Clase 1, División 2.
Cuando se coloca una pared hermética al gas dentro de las distancias especificadas en las sub reglas (1) y (2), la distancia debe ser medida alrededor del final de la pared, sobre la pared, a través de toda puerta, ventana o aberturas en la pared.

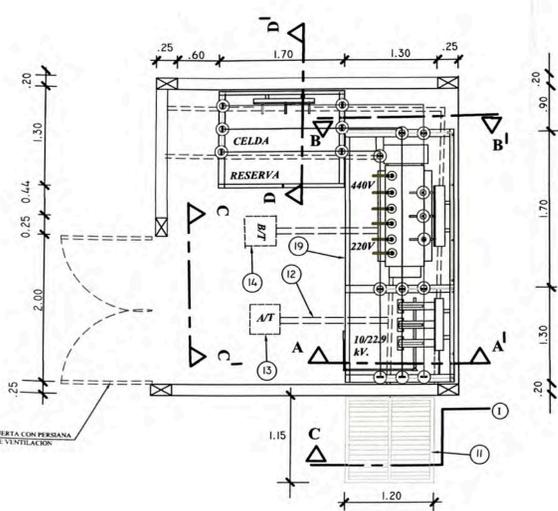
CLASIFICACIÓN: CÓDIGO NACIONAL DE
ELECTRICIDAD SEGÚN REGLA 120-054

CLASE 1 DIV 1: SEGUN CNE
 CLASE 1 DIV 2: SEGUN CNE

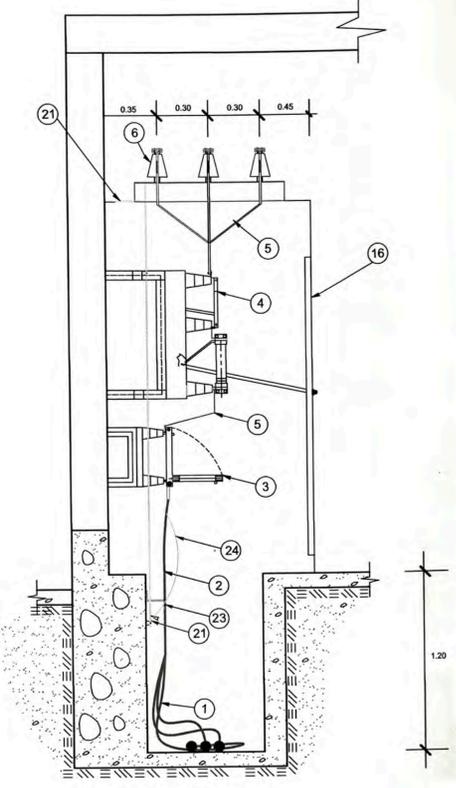
LEYENDA: AREAS
CLASIFICADAS PELIGROSAS
EE.SS. - EXISTENTE

Clase 1, División 1
 Clase 1, División 2

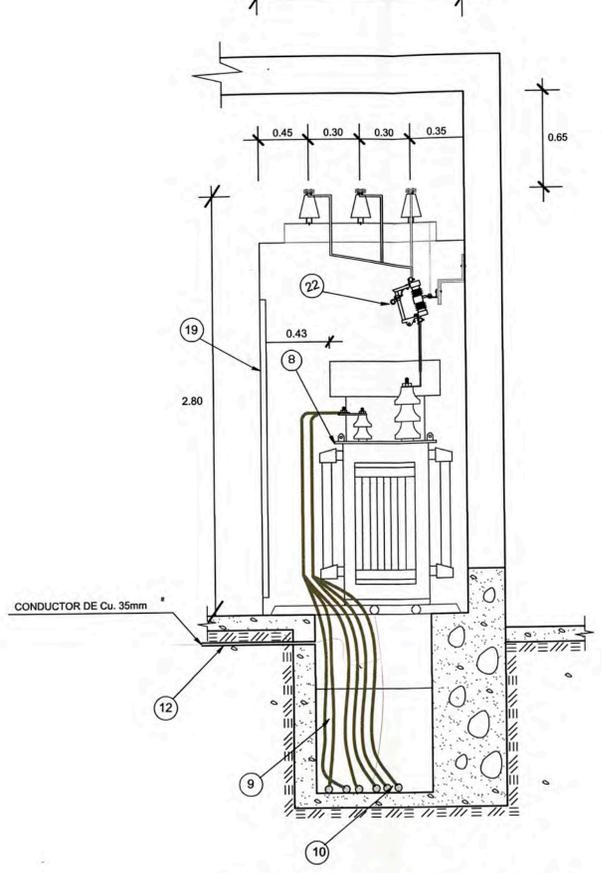
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
PROYECTO: INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA AMPLIACION DE GASOCENTRO PARA LA VENTA AL PUBLICO DE GNV	CATEGORIA: ELECTRICIDAD
TITULO DEL PLANO: CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Conforme a Obra	LABELA: IE-04
ELABORADO POR: FERNANDEZ ZAVALA, Miguel A.	CODIGO UNI: 20060022-2 ESPECIALIDAD: ING. MECATRONICA
FECHA EMISION: OCTUBRE 2014	ESCALA: 1/100 FORMATO: A0



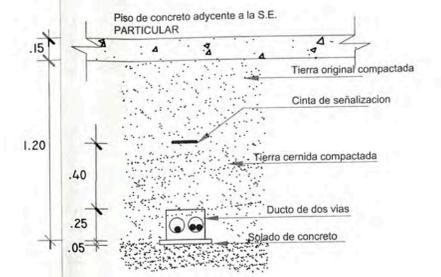
PLANTA
ESCALA : 1/50



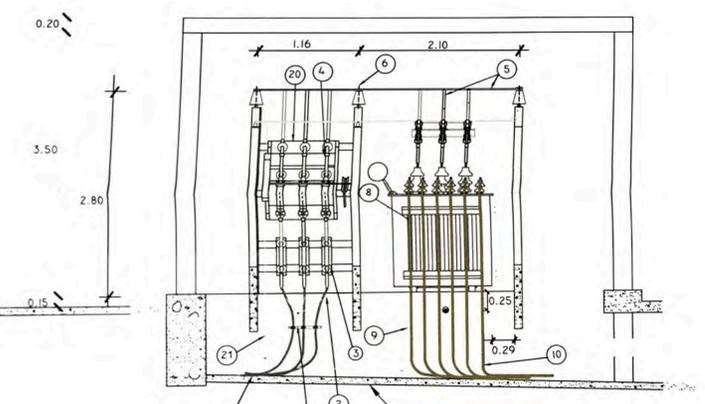
SECCION A-A'
ESCALA : 1/25



SECCION B-B'
ESCALA : 1/25



DETALLE INSTALACION DE CRUZADA INGRESO A S.E.
ESCALA : 1/25

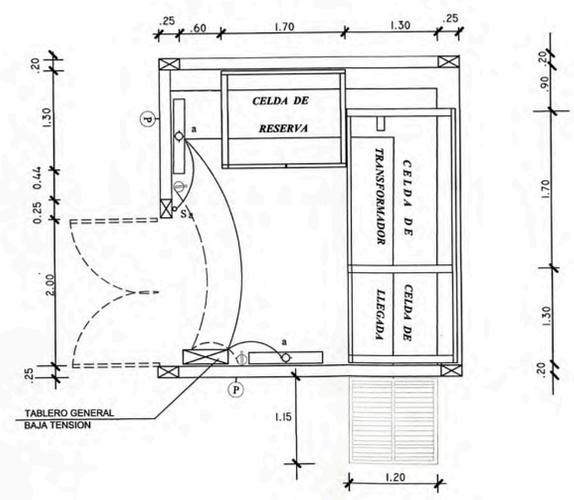


SECCION C-C'
ESCALA : 1/50



SECCION D-D'
ESCALA : 1/25

PLANTA - INSTALACIONES ELECTRICAS



PLANTA
ESCALA : 1/50

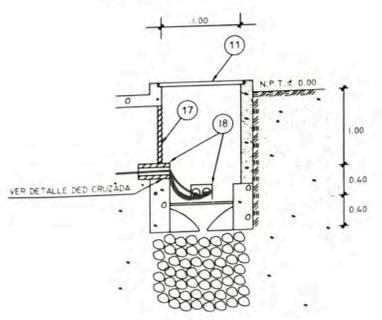
LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	TABLERO GENERAL DE BAJA TENSION
	ARTEFACTO BE-2x40W. A.F. AN DE JOSEFEL A 2.50 m. S.N.P.T.
	INTERRUPTOR UNIPOLAR DE ALUMBRADO DE BAJA TENSION A 1.40 m S.N.P.T.
	SALIDA PARA BRAQUETE EXTERIOR
	SALIDA DE ARTEFACTO PARA TOMACORRIENTE MONOFASICO 220V-10A A 0.30m S.N.P.T.
	TUBERIA EMPOTRADA POR PARED O TECHO (EL Ø MINIMO A EMPLEARSE SERA DE 20 mm PVC - SAP)
	TUBERIA EMPOTRADA POR EL PISO (20 mm Ø PVC - SAP)

CUADRO DE CARGAS	
MAXIMA DEMANDA EN 440V =	293.688kW
MAXIMA DEMANDA EN 220V =	43.485kW
TOTAL MAX. DEMANDA =	337.173kW

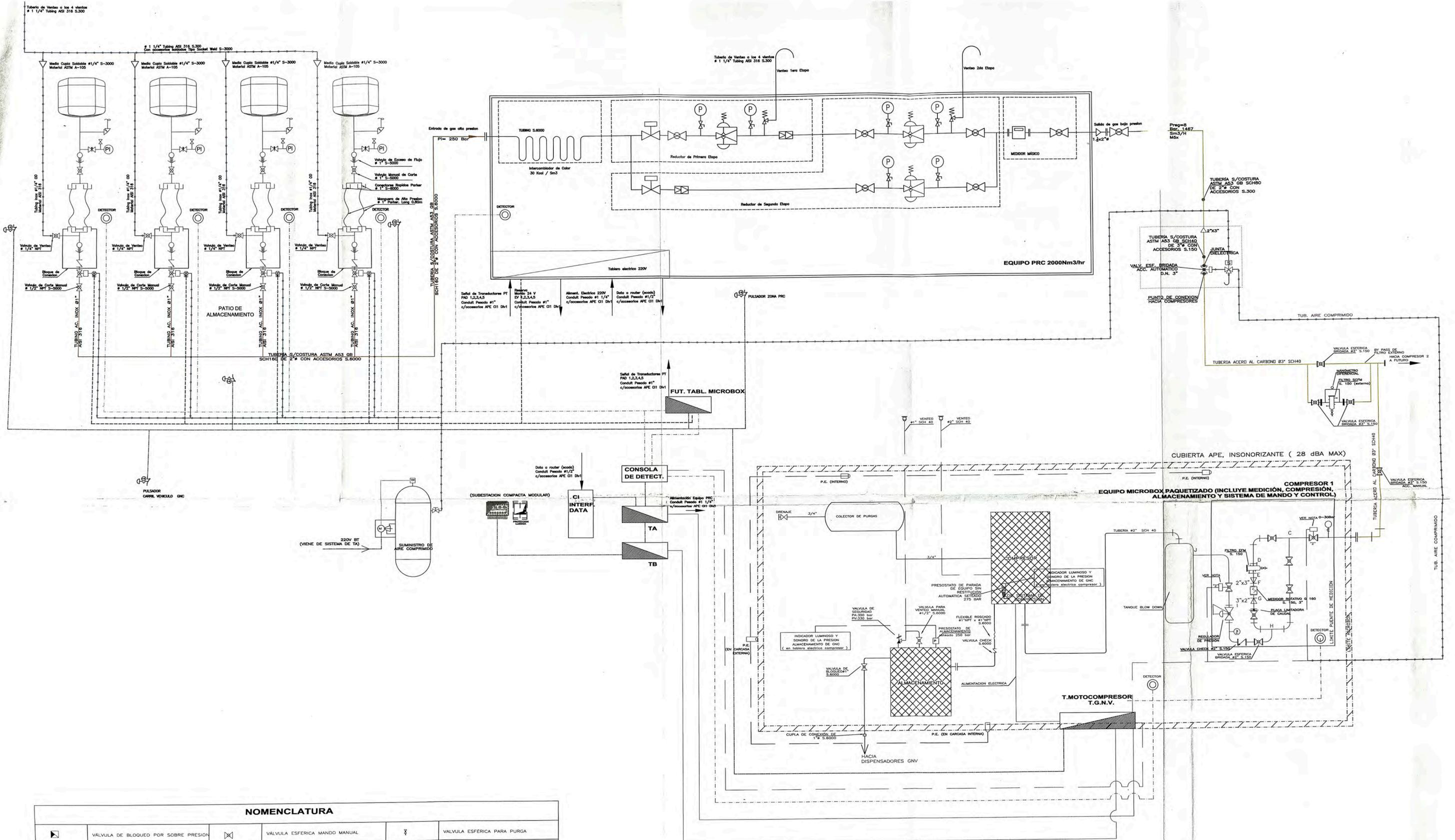
No	CANT.	DESCRIPCION
1	01U	INGRESO DE CABLE 3-1x50 mm ² , TIPO N2SXY, 22.9KV
2	03U	TERMINAL TERMOCONTRAIBLE DE 50mm ² , 22.9 KV, TIPO INTERIOR
3	06U	SECC. UNIPOLAR 22.9KV,400A. APERTURA SIN CARGA,ACC. POR PERTIGA
4	01U	SECCIONADOR DE POTENCIA 22.9 KV, 400A CON FUSIBLE DE 16A
5	18M	BARRA DE COBRE RECTANGULAR DE 50 x 5 mm
6	15U	AISLADOR DE RESINA DE 22.9 KV USO INTERIOR
8	01U	TRANSFORMADOR 400 KVA, 10/22.9 / 0.44-0.22 KV
9	78M	CABLE DE BAJA TENSION 3(3-1x185mm)+ 1x70mm ² (T), TIPO NYY - 440V.
10	69M	CABLE DE BAJA TENSION 3-1x120mm + 1x 35mm ² (T), TIPO NYY - 220V.
11	01U	REJILLA METALICA PARA VENTILACION
12	05M	TUBERIA DE PLASTICO PVC - SAP - 25 mmØ
13	01U	POZO DE TIERRA DE MEDIA TENSION
14	01U	POZO DE TIERRA DE BAJA TENSION
16	01U	PUERTA METALICA DE CELDA DE 22.9KV
17	01U	REJILLA METALICA DE PLATINA F" N" 3/16" x 1"
18	02U	DUCTO DE CONCRETO DE DOS VIAS
19	01U	PUERTA CON MALLA METALICA DE TRANSFORMADOR
20	02U	SOPORTE METALICO DE SECCIONADOR DE POTENCIA
21	12M	BARRA DE COBRE 3 x 30 mm (TIERRA)
22	03U	SECCIONADOR FUSIBLE 22.9KV, C/ FUSIBLE DE 10A,
23	01U	ESTRUCTURA ANGULAR 3"x3"x1/2"x0.75M CON ABRAZADERA METALICA
24	25M	CABLE DE PUESTA A TIERRA DE 35mm ² , FORRADO COLOR AMARR.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		
PROYECTO: INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA AMPLIACION DE GASOCENTRO PARA LA VENTA AL PUBLICO DE GNV	CATEGORIA: ELECTRICIDAD	
TITULO DEL PLANO: EQUIPAMIENTO ELECTROMECANICO DE SUBESTACION ELECTRICA EN MT 10/22.9/0.44-0.22kV	LAMINA: IE-05	
ELABORADO POR: FERNANDEZ ZAVALA, Miguel A.	CODIGO UNI: 20060022-E	ESPECIALIDAD: ING. MECATRONICA
FECHA EMISION: OCTUBRE 2014	ESCALA: Indicada	FORMATO: A1

BUZON INGRESO CABLE 22.9KV



CORTE 1-C
ESCALA : 1/50



NOMENCLATURA

	VALVULA DE BLOQUEO POR SOBRE PRESION		VALVULA ESFERICA MANDO MANUAL		VALVULA ESFERICA PARA PURGA
	SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO		MEDIDOR DE FLUJO ROTATIVO (incluye junta con mallo plano 100um)		REDUCTOR CONCENTRICO
	CONDENSADOR		VALVULA SEVOCOMANDADA		SENSOR DE GNV
	COLECTOR		VALVULA DE SEGURIDAD POR ALVIO (para la EFM se instalará según requerimiento de Código)		VALVULA SOLENOIDE APE 3 VIAS: FUNCION APERTURA O CIERRE PARA PASO DE FLUIDO PARA MANDO NEUMÁTICO
	FILTRO CÓNICO		CUPLA CON TERMOPOZO DE ACERO		VALVULA AGUJA
	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO		CUPLA SOLDADA CON EXTREMO ROSCADO HEMBRA Y TAPON		SEPARADOR DE IMPUREZAS
	FILTRO		BRIDA		BRIDA CON PLACA CON ORIFICIO
	VALVULA DE RETENCION (CHECK)		BRIDA CON DISCO CIEGO		

LEYENDA DE LINEAS

TP DE LINEA	DESCRIPCION
	CIRCUITO DE PULSADORES DE EMERGENCIA
	CIRCUITO DE DETECTORES DE GNV
	TUBERIA DE GAS BAJA PRESION
	CIRCUITO DE SERAL DE CORTE REMOTO
	LINEA DE MANDO NEUMÁTICO CONTROL/VENTEO
	TUBERIA DE GAS ALTA PRESION
	CIRCUITO DE LINEAS DE FUERZA PRINCIPAL

LISTADO DE COMPONENTES

PULSADORES DE EMERGENCIA	
PATIO DE ALMACENAMIENTO :	03
EQUIPO PRC :	01
CARRIL VEHICULO GNC :	01
RECINTO DE COMPRESION :	01
INTERIOR EQUIPO COMPRESOR :	02
CARCARSA EQUIPO COMPRESOR :	01
TOTAL PULSAD. PROYECTADOS:	09
DETECTORES DE GAS	
MAT'S :	04
EQUIPO PRC :	01
EQUIPO COMPRESOR:	02
TOTAL DETECT. PROYECTADOS:	07

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO: INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA AMPLIACIÓN DE GASOCENTRO PARA LA VENTA AL PÚBLICO DE GNV		CATEGORIA: ELECTRICIDAD
TÍTULO DEL PLANO: DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN P&ID Sistema GNC - Conforme a Obra		LÁMINA: IE-07
ELABORADO POR: FERNÁNDEZ ZAVALA, Miguel A.		CÓDIGO UNI: 20060022-E ESPECIALIDAD: INC. MECATRÓNICA
FECHA EMISIÓN: OCTUBRE 2014		ESCALA: Indicada FORMATO: A1

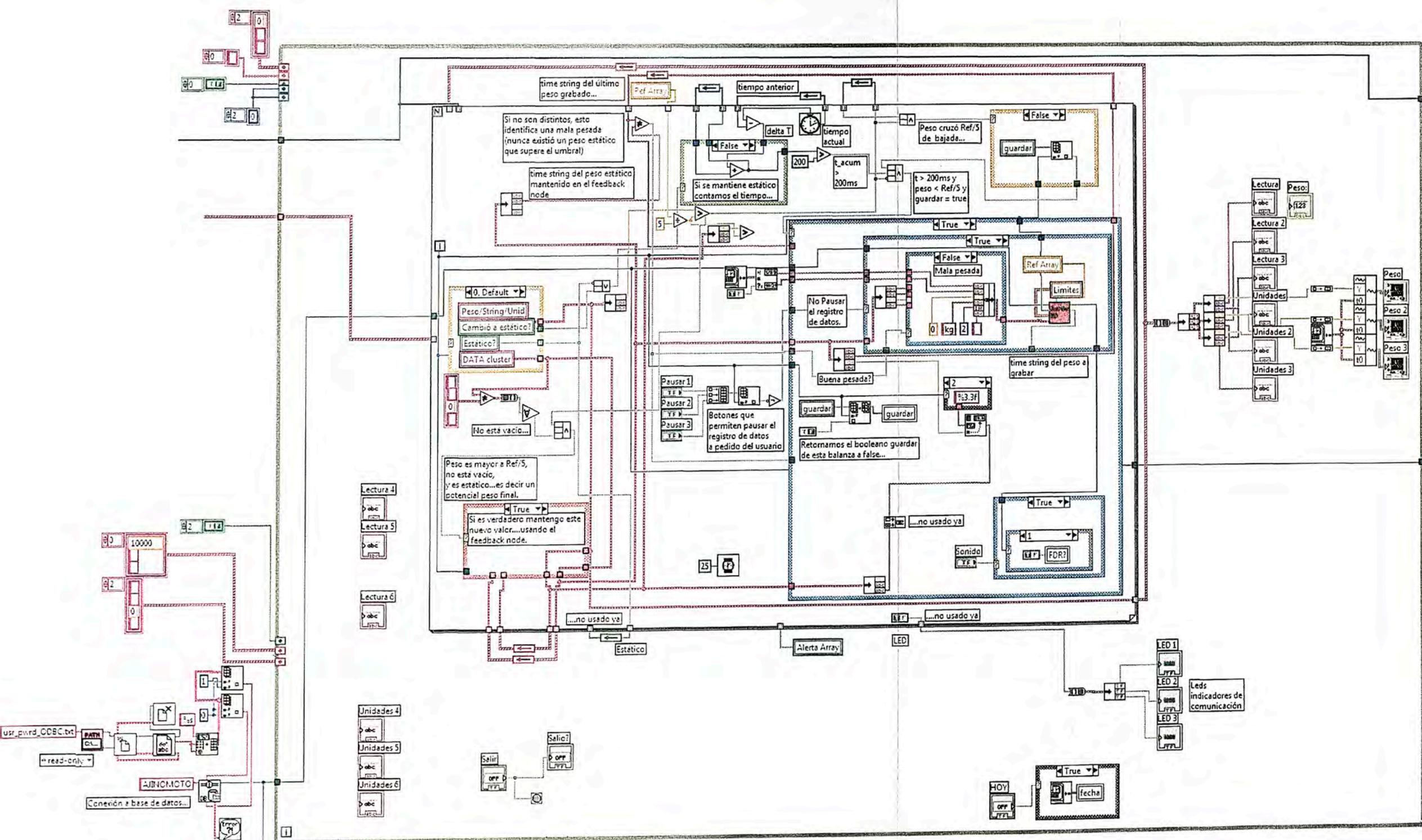


Figura 4.26 – Lazo de interpretación y clasificación de pesajes.