



Diseño y Construcción de una instalación de Gas Licuado de Petróleo para una Urbanización

Ramón Arturo Segovia Loaiza⁽¹⁾, Mariom Andrea Carrasco Moran⁽²⁾, Ernesto Martínez Lozano⁽³⁾
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Campus Gustavo Galindo km 30 vía Perimetral, Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
arturosegovialoaiza@hotmail.com⁽¹⁾, mariomcarrasco@hotmail.es⁽²⁾, emartine@gu.pro.ec⁽³⁾

Resumen

El siguiente trabajo se basa en el diseño y construcción de una red canalizada de Gas Licuado de Petróleo segura que abastezca todas las viviendas de una urbanización privada; aplicando todas las normativas acerca de instalaciones de GLP para uso residencial en el Ecuador. El sistema será alimentado por un tanque que mediante contrato con una comercializadora de GLP constantemente estará abastecido de gas brindando una autonomía continua e ininterrumpida a la ciudadela. De esta manera se desprecupan los residentes por el continuo abastecimiento y transporte del gas en tanques de 15 kg ya que en el Ecuador este es el método común para abastecerse. Este proyecto puede ser aplicado a cualquier tipo de conjunto residencial que se desee abastecer con GLP, independiente del número de casas y equipos. Se detalla todo el proceso de diseño de la red como selección de tuberías, tanques, reguladores, etc; así como también se detallan los procedimientos para la instalación de los mismos. Posterior se realiza un presupuesto de la obra y los equipos y maquinarias a utilizar. Finalmente se construye la red de GLP que abastezca a todas las villas de la urbanización.

Palabras Claves: *Diseño, Instalación, GLP, Canalizada.*

Abstract

The following work is based on the design and construction of a network of piped liquefied petroleum gas that supplies secure all homes in a gated, by applying all the regulations regarding LPG installations for residential use in Ecuador. The system will be powered by a tank through a contract with a marketer of LPG supplied gas that will be constantly providing a continuous and uninterrupted autonomy to the urbanization. Thus residents are unconcerned by the continuous gas supplying and transportation in tanks of 15 kg, because in Ecuador this is the common method for supplies. This project can be applied to any type of residential development desired LPG supply, separate from the house numbers and equipment. It details the entire process of network design and selection of pipes, tanks, regulators, etc; as well as detailing the procedures for installing them. Then an estimate is made of the work equipment and machinery used. Finally the LPG installation will be built that caters to all the villages of the urbanization.

Key Words: *Design, Construction, LPG, Piped.*

1. Antecedentes

1.1. Propiedades del GLP

PROPIEDADES	GLP	Unidad
Auto inflamabilidad	>400	°C
Densidad absoluta del gas a 15° C y 1013 mbar	2,16	[kg/m ³]
Densidad relativa	1,27	s/u
Poder calorífico superior másico	49,77	[MJ/kg]
	47.222	[BTU/kg]
Poder calorífico superior volumétrico a 15°C y 1013 mbar	104,41	[MJ/m ³]
	98.963,64	[BTU/m ³]
Densidad absoluta del gas a 15° C y 1013 mbar	2,16	[kg/m ³]
Densidad relativa	1,27	
Poder calorífico superior másico	49,77	[MJ/m ³]
	47.174,60	[BTU/m ³]
Poder calorífico superior volumétrico a 15°C y 1013 mbar	104,41	[MJ/m ³]
	98.963,64	[BTU/m ³]

Figura 1. Propiedades del GLP

1.2. Utilización del GLP

En la actualidad algunos equipos domésticos e industriales utilizan el GLP como materia prima para operar, por ejemplo: cocina a gas, calefón a gas, secadora a gas, calentador de piscina, fogata a gas, etc. Y en el lado industrial tenemos secadoras de cacao, secadoras de tabaco, quemadores, etc. Por lo que el uso del GLP cada día se vuelve más común y necesario en la vida humana.

Desde el punto de vista del sector residencial, en una vivienda pueden existir varios equipos que trabajen a gas, los mismos que pueden estar separados a diversas distancias, teniendo la necesidad de un cilindro independiente para cada equipo o de caso contrario un sistema centralizado que canalice una sola fuente localizada de gas a cada uno de los equipos.

El uso de tanques de 15 Kg de GLP en el Ecuador no es una opción ya que involucra una incomodidad de intercambiarlo cada mes, acción que demanda gasto innecesario de dinero, además de que su instalación no es realizada por personal calificado, brindando inseguridad. Estas instalaciones inseguras según el Benemérito del Cuerpo de Bomberos del Guayas es la principal causa de incendio en el sector residencial en Guayaquil.

Por estos y más motivos nos vemos en la necesidad de implementar el suministro de GLP centralizado, viajando desde una sola fuente de almacenamiento hacia todas las edificaciones en una ciudad en donde se necesite abastecer de GLP, tal como es la red de agua potable o energía eléctrica.

1.3. Descripción del problema

En las afueras de la ciudad se construye una urbanización privada de 480 viviendas. Cada una de ellas contará con 3 equipos que funcionan a partir de GLP como son: una cocina, un horno y una secadora doméstica a gas licuado de petróleo.

No se acepta el uso de tanques de 15 Kg de GLP debido al alto costo final debido al transporte.

1.4. Requerimientos

Se requiere un sistema seguro de abastecimiento del GLP que cumpla normas de instalación en sectores residenciales en Ecuador. El sistema debe alimentar 3 equipos en cada una de las 480 casas. El mismo que debe de abastecer constantemente la urbanización. Sin la necesidad de ningún tipo de manipulación por parte del residente.

1.5. Solución Propuesta

Como solución se presenta un sistema de GLP centralizado en tanques de gas lejos de las viviendas y canalizado hacia cada una de ellas vía subterránea a lo largo de la urbanización. Este sistema contará con tanques estacionarios que brindarán una autonomía de aproximadamente 15 días a toda la urbanización.

La instalación se construirá bajo normas que rigen en la localidad que regulan las instalaciones de GLP para uso residencial, en nuestro caso la INEN 2260:2010.

2. Diseño de la Instalación

2.1. Alcance, limitaciones y restricciones del proyecto.

Todos los cálculos y tablas de este proyecto pueden ser aplicados en cualquier tipo de urbanización residencial, independiente del número de equipos y casas.

Específicamente este proyecto será calculado para 480 casas, donde cada una poseerá una cocina, horno y secadora doméstica a GLP. La administración de la urbanización contrata una empresa comercializadora de GLP para que brinde un abastecimiento, soporte y ayuda técnica

2.2. Normar a aplicar

- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 2260:2010 Segunda Revisión 2010-01. Instalaciones de Gases Combustibles para Uso Residencial, Comercial e Industrial. Requisitos.

- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 440:1984 Primera Revisión. Colores de Identificación de Tuberías
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 2494:2009 Primera Revisión. Gasoductos Sistemas de Distribución de Gases Combustibles por Medio de Ductos. Requisitos.
- Norma NFPA 58 Liquefied Petroleum Gas Code 2001 edition
- Norma NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems 1999 Edition

Los tanques de 7.51 m³ cumplirán con estos requisitos. Es decir en total 15.02 m³

2.3. Diseño y selección de la capacidad del tanque de GLP

Para el dimensionamiento de los tanques de almacenamiento, el equipo de regulación y de las tuberías, se debe determinar el consumo total de la instalación en Kg/día y la vaporización mínima requerida.

Como son 480 viviendas y cada una posee 3 equipos (cocina, horno y secadora de ropa a gas) se tiene la siguiente tabla de consumo por equipo:

DESCRIPCIÓN	Cant.	Unitaria BTU/h	Total BTU/h
COCINA DOMESTICA A GAS	480	55,000	26 400,000
HORNO DOMESTICO A GAS	480	45,000	21 600,000
SECADORA DE ROPA A GAS	480	30,000	14 400,000

Figura 2. Consumo de los equipos

Luego de una serie de cálculos obtenemos que el consumo diario máximo probable de la urbanización es:

$$C_{diario\ estimado} = 333.146 \text{ Kg/día}$$

Además de que la vaporización mínima requerida es de:

Entonces con estos datos el tanque a seleccionar debe abastecer el consumo diario por 15 días y que su vaporización natural sea mayor a la mínima requerida.

$$V_{ap\ min\ req} = 97.41 \text{ Kg/hora}$$

2.3.1. Selección de la capacidad del tanque de GLP por vaporización mínima requerida y por autonomía.

Clasificación	INSTALACIONES SOBRE NIVEL DEL TERRENO										INSTALACIONES ENTERRADAS					
	A-A	A-0	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	E-E	E-0	E-1	E-2	E-3				
Volumen V m ³	0,11 < V ≤ 1	1 < V ≤ 5	5 < V ≤ 10	10 < V ≤ 20	20 < V ≤ 100	100 < V ≤ 500	500 < V ≤ 2000	0,11 < V ≤ 1	1 < V ≤ 5	5 < V ≤ 10	10 < V ≤ 20	20 < V ≤ 100				
Distancias (S o S1)	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1	S	S1				
Referencia 1	-	-	06	-	0,6	-	10	-	10	-	20	-	08	08	08	08
Referencia 2	-	-	13	-	1,3	-	13	-	20	-	50	-	15	25	50	75
Referencia 3	-	-	06	-	0,6	-	10	-	50	-	50	-	100	-	08	10
Referencia 4	3,0	-	30	20	50	3,0	75	50	100	75	150	100	300	30	30	40
Referencia 5	6,0	-	60	-	100	-	150	-	200	-	300	-	600	-	60	80
Referencia 6	3,0	-	30	-	30	-	30	-	30	-	30	-	30	-	30	30

S: Distancia desde válvula de alivio de presión del tanque.
S1: Distancia desde las paredes del tanque (s).

Referencia 1.- Espacio libre alrededor de la proyección sobre el terreno del depósito.
Referencia 2.- Distancia al cerramiento de la estación.
Referencia 3.- Distancia a muros o paredes ciegas (RF-120).
Referencia 4.- Distancias al lindero de la propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores de explosión, vías públicas, ferreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, equipos eléctricos no protegidos, sótanos, alcantarillas y desagües.
Referencia 5.- Distancias a aberturas de edificios para uso docente, sanitario, hospedaje, culto, esparcimiento o espectáculo, acuartelamientos, centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de Servicios (Bocas de almacenamiento y puntos de distribución).
Referencia 6.- Distancia de la boca de carga al tanque cisterna.

Figura 3. Distancias de Seguridad

2.3.2. Ubicación de los tanques

Para la ubicación de los tanques se deben respetar las siguientes distancias de seguridad.

Este proyecto estaría catalogado como una instalación A-2, la cual según norma INEN 2260-2010 tabla 8; establece unas distancias de seguridad de 7.5 metros a la redonda desde la válvula de alivio de presión y 5.0 metros desde la pared del tanque hasta límites de propiedad habitada. Los tanques deberán ser instalados en un terreno que este alejado de viviendas, que se encuentre a la entrada de la ciudadela para que puedan ser llenados por el tanquero cisterna con facilidad.

2.4. Diseño y selección de las tuberías

La tubería vista será de ASTM A-53 y la enterrada a lo largo de la urbanización será ASTM PE4710.

2.4.1. Diseño de las tuberías

El cálculo del diámetro de la tubería dependerá de:

- La naturaleza del gas con su densidad característica: GLP cuya densidad relativa se la puede apreciar en la tabla 1; y es 1.27.

- La caída de presión máxima admisible en el diseño, depende del caudal y presión de trabajo. Caída de presión máxima que permite la comercializadora es de un 20%
- La velocidad resultante de circulación del gas. 15 m/s

Para el diseño, las tuberías van a estar conectadas en serie desde la fuente de GLP hasta el punto más alejado de la urbanización. Luego este recorrido teórico se lo secciona en tramos con longitudes conocidas para analizarlo.

Para el cálculo se aplicaran las fórmulas de Renouard que son utilizadas en su mayoría para el manejo del GLP. La presión final se la calcula de la siguiente manera:

$$P_B = \sqrt{P_A^2 - 48600 \cdot d_s \cdot L_{corr} \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}}$$

La velocidad se la calcula de la siguiente manera:

$$U = 378.04 \frac{Q}{D^2 \cdot H}$$

Donde:

$P_A - P_B$: Presiones Absolutas en bar, en el origen y el extremo, respectivamente, del tramo de la tubería cuya pérdida de carga queremos hallar.

Para GLP a 18°C y presión atmosférica.

Donde:

$$Q = \text{Caudal} \frac{m^3}{h}$$

D=diámetro interior real de la tubería en mm.

$$H = \frac{P_A + P_B}{2}$$

Los cálculos arrojan que las tuberías a utilizar para este proyecto son las siguientes:

Tipo de tubería	Diámetro (pulgadas)	Longitud (m)
Tendido de red subterránea	3"	36,80
Tendido de red subterránea	2"	654,35
Tendido de red subterránea	1"	851,00
Tendido de red subterránea	¾"	3021,05

Figura 4. Tubería a instalar

2.5. Selección de Reguladores de GLP

Para establecer el tipo de regulador de primera etapa que se va a instalar se necesita tener en cuenta los siguientes datos:

- Caudal máximo de los equipos. 175.34 Kg/h
- Presión de servicio de la línea o rango de presión de descarga. 18 a 20 psi
- Presión de entrada al regulador. 250 psi
- El regulador de primera etapa debe estar dotado de una protección con bloqueo por alta y baja presión

2.6. Medidas de seguridad complementarias

Se toman las siguientes medidas para garantizar la seguridad de la instalación

- Prueba de fuga
- Conexión a tierra de los tanques
- Correcta ventilación natural
- Señalización
- Sistema de enfriamiento
- Sistema contra incendio

3. Presupuesto de la obra

3.1. Presupuesto de Materiales

DESCRIPCION	CANTIDAD	P/U	TOTAL	
VALVULA DE EXCESO DE FLUJO 50 GPM Ø = 1 1/4"	2	U.	57,46	114,92
VALVULA DE CORTE DE LINEA DE LIQUIDO Ø = 1"	2	U.	95,18	270,36
VALVULA DE ALIVIO DE PRESION 250 PSI Ø = 1/2"	1	U.	30,70	30,70
MANGUERAS PARA CONEXION A TANQUE Ø = 3/4"	2	U.	44,27	88,54
MANGUERAS PARA LLENADO Ø = 3/4"	2	m	40,84	81,68
MANOMETRO 0-300 PSIG c/g	1	U.	36,50	36,50
KIT REGULACION DE PRIMERA ETAPA 200 kg/h	1	U.	1474,50	1474,50
TUBERIA ASTM A53 Sch 80 Ø = 1 1/4"	12	m	27,50	330,00
CODO ASTM A53 Sch 80 Ø = 1 1/4"	6	U.	1,09	6,54
TEE ASTM A53 Sch 80 Ø = 1 1/4"	1	U.	5,81	5,81
TUBERIA GALVANIZADA Ø = 2"	20	m	21,77	435,40
TEE GALVANIZADA Ø = 2"	1	U.	4,00	4,00
CODO GALVANIZADO Ø = 2"	6	U.	3,75	22,50
ROCIADOR DE AGUA	10	U.	8,00	80,00
VALVULA DE AGUA DE Ø = 2"	1	U.	33,00	33,00
TUBERIA ASTM A53 Sch 40 Ø = 3"	2	m	59,37	118,74
TUBERIA ASTM A53 Sch 40 Ø = 1 1/4"	8	m	13,02	78,12
TUBERIA ASTM A53 Sch 40 Ø = 1"	9	m	8,97	80,73
CODO ASTM A53 Sch 40 Ø = 3"	1	U.	3,70	3,70
CODO ASTM A53 Sch 40 Ø = 1 1/4"	5	U.	0,70	3,50
CODO ASTM A53 Sch 40 Ø = 1"	6	U.	0,52	3,12
TEE ASTM A53 Sch 40 Ø = 1 1/4"	2	U.	3,36	6,72
TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 3"	31	m	12,00	372,00
TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 2"	850	m	5,00	4.250,00
TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 1"	650	m	2,80	1.820,00
TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 3/4"	2.855	m	2,50	7.137,50
TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 1/2"	960	m	2,20	2.112,00
CODO PE 2406 Ø = 3"	3	U.	28,61	85,83
CODO PE 2406 Ø = 2"	2	U.	23,61	47,22
CODO PE 2406 Ø = 1"	12	U.	9,28	111,36
TEE PE 2406 Ø = 3"	2	U.	4,160	83,20
TEE PE 2406 Ø = 2"	22	U.	16,16	355,52
TEE PE 2406 Ø = 1"	3	U.	7,70	23,10
TEE PE 2406 Ø = 3/4"	7	U.	3,28	22,96
TEE REDUCTORA PE 2406 Ø = 3/4" A 1/2"	325	U.	5,88	1911,00
TEE REDUCTORA PE 2406 Ø = 1" A 1/2"	78	U.	7,70	600,60
TRANSICION METALICA PE 2406 Ø 3"	1	U.	78,62	78,62
VALVULAS ESFERICAS DE BRONCE Ø 1"	3	U.	12,04	36,12
POLIVALVULA POLIETILENO Ø 3"	3	U.	279,93	839,79
POLIVALVULA POLIETILENO Ø 2"	8	U.	324,60	2.596,80
POLIVALVULA POLIETILENO Ø 1"	23	U.	69,04	1.587,92
SILLETA PE 2406 DE Ø 2" A 1/2"	78	U.	5,50	429,00
REDUCCION PE 2406 Ø 3" X 2"	5	U.	34,00	170,00
REDUCCION PE 2406 Ø 2" X 3/4"	20	U.	4,80	96,00
UNION PE 2406 Ø = 3/4"	10	U.	9,70	97,00
UNION PE 2406 Ø = 2"	10	U.	9,70	97,00
TAPON PE 2460 Ø = 1/2"	480	U.	2,00	960,00
SELLANTE PARA ROSCAS UNIFIX GASTOP X 36 ML	2	U.	4,00	8,00
VARILLA DE COBRE PARA TIERRA 1M X 1/2"	3	U.	45,00	135,00
CABLE DE COBRE PARA CONEXION A TIERRA #4	8	m.	8,00	64,00
GRILLETE PARA CABLE	3	U.	4,00	12,00
PERNOS EXPANSIVOS DE 1/2" X 3/8"	12	U.	1,30	15,60
CINTA AMARILLA: PELIGRO TUBERIA DE GAS	4.000	U.	0,08	320,00
MATERIALES FUNGIBLES Y CONECTORES DE BRONCE	1	qbl	600,00	600,00
PINTURA ANTICORROSIVA ROJA Y AMARILLA	1	qil	4,00	4,00
SUBTOTAL MATERIALES \$				30.634,22
TOTAL MATERIALES \$				30.634,22

Figura 5. Presupuesto de materiales

3.2. Maquinarias y equipos a utilizar

CANT.	UNID	DESCRIPCION
1	U	RETROEXCAVADORA DE 120 HP Y 4 TON
1	U	MAQUINA COMPACTADORA 3600 R.P.M, GOLPES POR MIN. 640-680, FUERZA IMPACTO 1400 KG
1	U	MAQUINA PARA TERMOFUSIONAR POLIETILENO MANGUITO Y A TOPE, CON DADOS
2	U	LLAVE DE TUBO DE 12 PULG
2	U	LLAVE FRANCESA DE 12 PULG
4	U	PALA COMPLETA PARA REMOVER TIERRA
4	U	PICO COMPLETO PARA REMOVER TIERRA
200	M	EXTENSION DE 110 VOLTIOS
6	U	CASCOS
6	U	GUANTES DE MANIOBRA
6	U	CHALECOS
6	U	GORROS PARA EL SOL
6	U	BOTAS PUNTA DE ACERO
2	U	TIJERA PARA CORTAR POLIETILENO
2	U	ARCO DE SIERRA
10	U	HOJAS DE SIERRA
1	U	MAQUINA DE SOLDAR TIG 250 AMP AC/DC, 220V
1	U	TRANSPORTE, CAMION DE 2 EJES

Figura 6. Maquinaria y equipos a utilizar

3.3. Cotización de mano de obra y servicios prestados

DESCRIPCION	CANTIDAD	PIU	TOTAL
MONTAJE DE TANQUE HORIZONTAL CAPACIDAD 8 m ³	2	gbl	302.00
TENDIDO DE RED DE DISTRIBUCION TUBERIA ASTM A53 Sch 80 Ø = 3"	2	m	35.85
TENDIDO DE RED DE DISTRIBUCION TUBERIA ASTM A53 Sch 80 Ø = 1 1/4"	8	m	31.00
TENDIDO DE RED DE DISTRIBUCION TUBERIA ASTM A53 Sch 80 Ø = 1"	9	m	22.72
TENDIDO DE RED SUBTERRANEA TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 3"	30	m	3.74
TENDIDO DE RED SUBTERRANEA TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 2"	850	m	3.40
TENDIDO DE RED SUBTERRANEA TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 1"	650	m	2.03
TENDIDO DE RED SUBTERRANEA TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 3/4"	2.300	m	1.49
TENDIDO DE RED SUBTERRANEA TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 1/2"	3.142	m	0.87
EXCAVACION, ARENA Y RELLENO COMPACTADO	3.830	m	3.40
PRUEBA DE ESTANQUEIDAD	1	gbl	145.00
INSTALACION DE ELEMENTOS DE LA RED	1	gbl	2.00197
SUBTOTAL MANO DE OBRA			\$ 26.717.59
DIRECCION TECNICA Y COSTOS INDIRECTOS			\$ 1.603.06
TOTAL			\$ 28.320.65

Figura 7. Mano de obra y servicios prestados

3.4. Presupuesto de una villa modelo

DESCRIPCION	CANTIDAD	PIU	TOTAL
TENDIDO DE RED DE DISTRIBUCION TUBERIA DE PE-AL-PE Ø = 1/2"	6	m	1.59
TEE PE-AL-PE Ø = 1/2"	2	U.	6.93
TENDIDO DE RED SUBTERRANEA TUBERIA DE POLIETILENO PE 2406 Ø = 1/2"	15	m	0.91
CODO PE 2406 Ø = 1/2"	3	U.	2.20
TRANSICION MECANICA PE2406 Ø 1/2"	4	U.	10.22
REGULADOR DE SEGUNDA ETAPA 12 kg/h @ 35 mbar	1	U.	65.46
VALVULAS ESFERICAS DE BRONCE Ø 1/2"	5	U.	7.01
ENCAMISADO PARA PAREDES: FLASHING	6	m	3.90
CAJAS METALICA PARA CONTADORES	1	U.	81.91
INSTALACION DE ELEMENTOS DE LA RED	1	gbl	26.78
MATERIALES FUNGIBLES Y CONECTORES DE BRONCE	1	gbl	20.24
SUBTOTAL MATERIALES Y MANO DE OBRA			\$ 337.37
DIRECCION TECNICA Y COSTOS INDIRECTOS			\$ 50.00
TOTAL			\$ 387.37

Figura 8. Costo de villa modelo

3.5. Presupuesto total de la obra

La obra se la realizara con un presupuesto mínimo de 63 000 dólares de estados unidos de norte América; tendrá una duración aproximada de 42 días.

4. Instalación

4.1. Instalación de tubería de polietileno

El tendido de la tubería de polietileno debe obedecer la norma INEN 2260:2010. En la tabla 3. "Limitaciones en la instalación de tuberías", en la nota 6 indica que las tuberías de polietileno deben estar enterrada a 80 cm bajo el nivel del suelo.

Se debe colocar una cinta rotulada con PELIGRO TUBERIA DE GAS a lo largo del recorrido.

La tubería debe estar a un mínimo de 20cm paralelamente alejada de otros servicios tales como energía eléctrica, redes de datos, etc. y 10 cm en cruces.

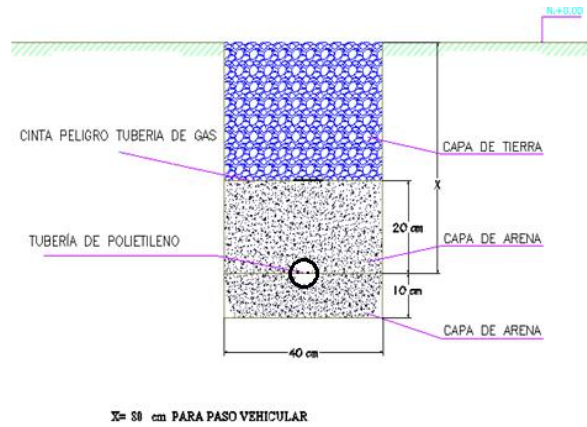


Figura 9. Tubería polietileno enterrada según INEN 2260:2010

Los métodos para unir las tuberías de polietileno son:

- Termo fusión con silleta
- Termo fusión a tope, diámetros mayores a 2"
- Termo fusión a manguitos, diámetros menores a 2"

4.2. Instalación de tubería A-53

Se realizara la soldadura con proceso TIG. Se utiliza gas Argón como escudo gaseoso debido a que da una buena penetración. Todas las juntas serán a tope y soportaran una presión máxima de 250 psi

4.3. Instalación del sistema de enfriamiento

La tubería galvanizada ced 40 es roscada. Limpiando bien los hilos, agregando teflón y utilizando llaves de tubo adecuadas se realiza la instalación sin ningún contratiempo.

4.4. Instalación de Reguladores

El tren de regulación de primera etapa consta de las siguientes partes:

- 2 válvulas de bronce para GLP de 1"; **A,B**
- 1 manómetro de 0-300 psi; **C**
- 1 manómetro de 0-60 psi; **D**
- 1 regulador de primera etapa de 288 Kg/h, que regule de 260 psi a 17 psi; **E**
- 1 unión universal de 1"; **F**



Figura 10. Tren de regulación de 1er etapa

4.5. Prueba de presión

La prueba de presión se realizó con aire comprimido, mediante un compresor. La prueba se realizó a una presión de 50 Psi polietileno y 150 Psi para la tubería de ASTM A-53. Durante 1 hora se mantuvo constante la presión corroborando que no existían fugas en la línea.

5. Análisis de Resultados y conclusiones

5.1. Tiempo de retorno de inversión

Con una instalación de tanques de 15 kg, el sistema se necesita \$ 2790 x mes y con el sistema centralizado \$1199.32 x mes. Es decir Ahorramos 1590.68\$/mes Por lo tanto el retorno de inversión será de:

$57\ 000 / 1590 = 36 \text{ meses} = 3 \text{ años aprox.}$

5.2. Conclusiones

Se construyó la red de GLP, cumpliendo con la norma INEN 2260:2010. El diseño y ubicación de los tanques de GLP fue aprobado por el BCBG, otorgando el permiso de Factibilidad para la instalación de los tanques.

En el Ecuador si existe mano de obra calificada para la instalación de sistemas centralizados de GLP

En el Ecuador existe stock en tuberías y accesorios para GLP.

Uno de los principales beneficios que ofrece el sistema centralizado de GLP es que el consumidor deja de preocuparse por intercambiar los tanques para reabastecerse del producto.

5.3. Recomendaciones

Se debe tener en cuenta que en caso de lluvia la instalación se debe detener ya que no se conseguirá realizar un buen compactado del relleno, se recomienda realizar la instalación en la estación de verano.

Se recomienda nunca sujetar los reguladores del cuerpo para instalarlos ya que en muchos casos se rompen, y no podrán ser utilizados.

Ing. Ernesto Martínez

Mariom Carrasco M.

Ramón Segovia L.