

Desarrollo de Proyectos para Sistemas de Distribución de Gas Combustible en Ciudades



Ing Jorge Fernando Márquez Peñaranda

Profesor Departamento de Matemáticas y Estadística U.F.P.S.

INTRODUCCIÓN

El hombre toma energía de la naturaleza donde existe en las manifestaciones más diversas y la transforma para satisfacer sus necesidades particulares. Como es lógico preferirá aquellas presentaciones energéticas que requieran el mínimo esfuerzo para su cabal aprovechamiento, entendiéndose por esfuerzo todos aquellos factores nocivos tales como el exceso de procesos fisicoquímicos, la contaminación asociada y los costos de cualquier género.

Dentro de las necesidades que prevalecen en la supervivencia del humano están las relacionadas a la cocción de sus alimentos y a su abrigo. Estas pueden ser satisfechas de manera apropiada por el uso de energéticos gaseosos tales como los gases combustibles de configuración natural que son aquellos que se encuentran en una mezcla de compuestos volátiles, ya sea "asociados" con otro tipo de hidrocarburo (yacimientos de petróleo) o en estado libre (yacimiento exclusivo de gas). Hoy por hoy Colombia cumple el proceso evolutivo en materia de alternativas energéticas y desarrolla proyectos que promueven el consumo masivo de gas, por lo que se requiere de manera urgente profesionales que ayuden a consolidar este proceso.

El desarrollo que se presenta a continuación pretende exponer de forma general los elementos y procesos requeridos para construir sistemas de distribución de gas combustible en ciudades.

1.-LOS GASES COMBUSTIBLES

Los gases combustibles son hidrocarburos volátiles que poseen potencial energético

asociado a su poder calorífico y son preferidos para uso doméstico dos tipos básicos a saber: El gas natural y el gas licuado del petróleo.

El gas natural es una mezcla de

hidrocarburos parafínicos que se encuentran confinada en yacimientos y que se halla compuesta principalmente por metano (CH_4 en más del 90%) y por etano (C_2H_6). Por el hecho de encontrarlo almacenado de forma natural y debido a la reducida cantidad de procesos que se requieren para aprovecharlo se le denomina "natural". Este gas posee un poder calorífico que puede oscilar entre 34000 y 37000 kJ/m^3 y su densidad relativa (cociente de su peso unitario con respecto al peso unitario del aire) está alrededor de 0,6 por lo que es más liviano que el aire y siempre tenderá a escapar hacia las partes altas de la atmósfera. Debido a su inherente volatilidad éste gas requiere de procesos criogénicos para poder licuarse y así disponer de un almacenamiento de una relación de compresión apropiada; esto exige que los cilindros de almacenamiento posean grandes razones diámetro/espesor y que el material no sólo sea dúctil sino también estable químicamente lo que genera unos costos muy altos y hace pensar en alternativas de distribución por tuberías que no sólo resultan más económicas sino también más seguras.

El gas licuado del petróleo (GLP) es más conocido como "propano comercial" y está conformado principalmente por propano (C_3H_8) y por butano (C_4H_{10}). Su nombre deriva del hecho de encontrarlo por lo general asociado y en yacimientos de petróleo ya sea como gas libre o como producto de la refinación de este último. Su poder calorífico puede oscilar entre 90000 y 97000 kJ/m³ y su densidad relativa se halla alrededor de 1.6 por lo cual es más pesado que el aire y al ser liberado inicialmente queda en las zonas bajas y empieza a subir una vez va ganando temperatura. El término "licuado" obedece a que este gas se vuelve líquido a presiones muy cercanas a la atmosférica y por ello cuando se almacena en cilindros para su distribución se encuentran en un alto porcentaje en estado líquido dentro de éstos. Normalmente la presión manométrica de llenado de dichos cilindros oscila entre 0.6 y 0.8 MPa y su nivel de líquido puede alcanzar el correspondiente a un 90% del volumen interno de los mismos.

En este caso puede resultar más económico el almacenamiento del gas en cilindros que su distribución por tuberías.

2.- CONCEPCION DE UN PROYECTO PARA DISTRIBUCION DE GAS COMBUSTIBLE.

Las etapas preliminares de estos proyectos incluyen entre otros estudios los de factibilidad económica y financiera, de beneficios sociales, técnicos, etc. Para este resumen sólo se considera lo relativo al diseño del sistema de distribución en sus aspectos técnicos.

2.1.- EL DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Se requieren como datos de entrada entre otros la cartografía y la planimetría de la zona a beneficiar, distribución de predios consumidores por manzana, las características del gas, las condiciones atmosféricas de la región, las condiciones de entrega del gas (presión y temperatura) y la relación de productos disponibles en el mercado (tuberías, accesorios, equipos, etc)

Debe plantearse el diseño del sistema con las condiciones más

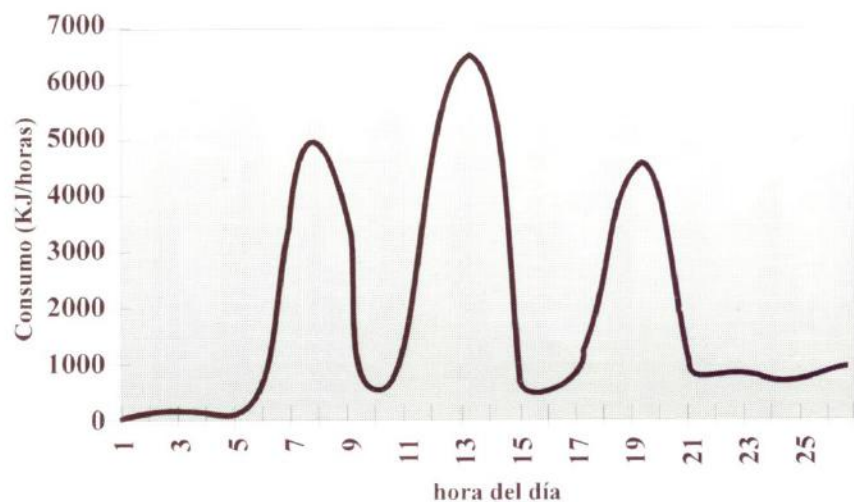


Figura 1. Variación del consumo por usuario residencial en un día típico.

adversas de demanda y para ello es necesario disponer una estadística de consumos de una población de características similares que ya posea el servicio o inferirla basándose en el consumo de los energéticos que se usan en la zona y que serán sustituidos por el gas una vez esté el sistema en funcionamiento. Estos consumos no son constantes durante el día y se presentan picos en las horas de cocción por lo que el consumo de diseño debe estimarse con base en estos últimos.

Las líneas a diseñar deberán conformar un sistema cerrado que permita mantener las presiones en un rango seguro y apropiado para la operación. Actualmente la máxima presión manométrica para redes de distribución urbanas es de 0,4 MPa para gas natural y de alrededor de 0,13 MPa para GLP.

Así mismo deben considerarse las cargas adicionales de tipo estructural tales como el peso del relleno que cubre la tubería, el paso por estructuras ajenas tales como puentes, el tráfico pesado, etc.

3.-ELEMENTOS FISICOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

Un sistema de distribución es un conjunto de tuberías, válvulas y accesorios que reciben el gas de un sistema de suministro y lo entregan en diversos puntos a muchos sistemas de recibo. El sistema de suministro de GLP por lo general está constituido por tanques almacenadoras de gran capacidad (37.5, 90, 112.5 m³) donde se deposita el gas que es traído por camiones cisternas desde la refinería hasta el sitio de los tanques con una frecuencia que dependerá de la capacidad de los mismos. En el caso del gas natural el sistema de suministro por lo regular lo constituye un gasoducto (tubería que transporta gas en grandes cantidades) que proviene de los

yacimientos o directamente se extrae el gas de ellos. En zonas donde la inversión en explotación de yacimientos o construcción de gasoductos es muy superior al beneficio se opta por instalar sistemas de suministro de gas natural comprimido (GNC) consistentes en tanques de alta resistencia que almacenan gas natural con relaciones de comprensión de hasta 200: 1 en volumen (El contenido de gas es 200 veces el volumen del recipiente).

Los sistemas de recibo son los usuarios finales del gas tales como las viviendas, los establecimientos comerciales y las industrias. Estos sistemas tienen un diseño particular para cada tipo de usuario e incluyen a su vez elementos de regulación de presión, de medida de volumen y de corte de flujo.

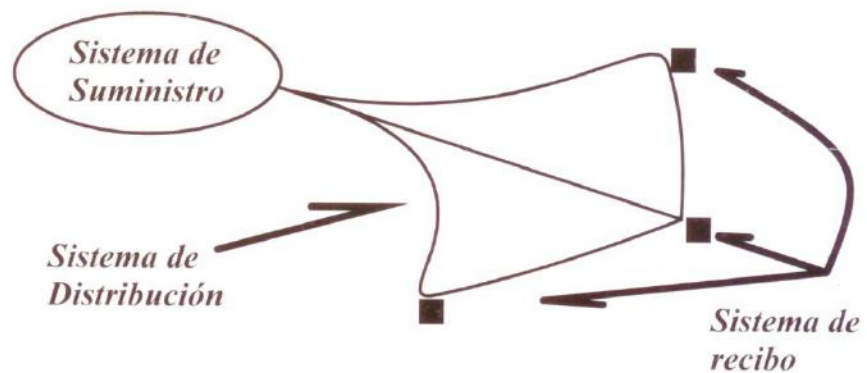


Figura 2. Esquema de conectividad entre los diversos sistemas.

En particular un sistema de distribución está constituido por redes troncales, anillos y válvulas de seccionamiento. En el mercado se encuentran elementos de acuerdo a su destino en los tipos de material que se exponen a continuación.

3.1. Materiales

Los elementos que constituyen un sistema de distribución pueden ser fabricados en acero o en plástico y debe haber compatibilidad en los materiales de las válvulas y de los tubos. Sin embargo si se requieren conexiones híbridas existen en el mercado accesorios que hacen el acople entre componentes de materiales diferentes (plástico-acero).

Aunque el acero posee una mayor resistencia y tenacidad es complicado y costoso para manejar. El plástico, en particular el polietileno de media densidad, ha sido usado con gran éxito en líneas de media presión (operación a menos de 0,7 MPa) desde la década del 60.

El acero se prefiere para líneas de transporte con presiones manométricas mayores a 0,7 MPa o en sistemas de recibo de tipo industrial.

La preferencia manifiesta del polietileno en las líneas de distribución obedece a que las tuberías, accesorios y válvulas fabricadas con este polímero poseen una alta elasticidad y una resistencia adecuada para las exigencias del campo. Así el

polietileno de media densidad alcanza una deformación plástica de cerca del 400% antes de romperse y si se ensayan especímenes de tubería con RDE=11 la presión hidrostática de rotura necesaria puede llegar a 4 MPa, valor muy superior a la presión de servicio (0,4 MPa). Esa gran capacidad de deformación garantiza un respuesta menos rígida a esfuerzos ocasionados por movimientos tales como los debidos a diferenciales de temperatura o a sismos. Adicionalmente puede decirse que la corrosión del polietileno es nula, que su suavidad permite menores grados de fricción y que debe evitarse la exposición prolongada de los elementos plásticos al sol para evitar la degradación del material producida por los rayos ultravioleta.

3.2. REDES TRONCALES

Las redes troncales son líneas de tubería de polietileno que reciben el gas en el sistema de suministro y lo entregan parcialmente y según la necesidad a unas tuberías de menor capacidad llamadas "anillos". Estas redes por lo general se diseñan con diámetros nominales superiores a 33 mm y

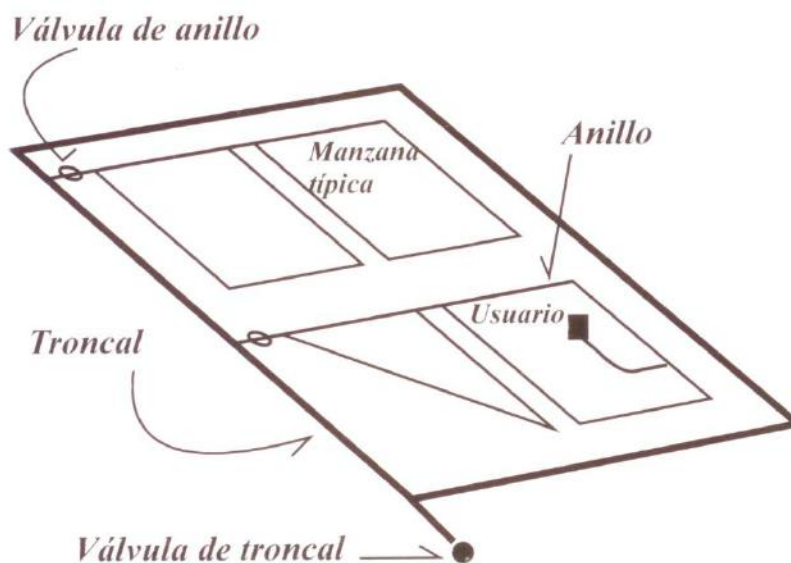


Figura 3. Esquema de dependencia entre troncales, válvulas y anillos.

permiten el paso de grandes flujos de gas. Es común observar en planos de sistemas de distribución las redes troncales con diámetros de 60,88,114 y 168 mm. En la figura 3 puede observarse la relación existente entre las redes troncales y los anillos.

3.3. ANILLOS

Los anillos como su nombre lo indica son tuberías que rodean una manzana de forma cerrada, esto es, que el punto de partida de la línea es su mismo punto de llegada. Lo que se busca con esta configuración es disponer de un servicio ininterrumpido para los consumidores, ya que en el proceso de conexión de un nuevo usuario del sistema, la tubería del anillo se prensa para interrumpir el flujo y poder efectuar los trabajos. Esto último es posible gracias a las cualidades del polietileno de media densidad, que permite reducir temporalmente a cero el área de flujo de la tubería sin que se produzca aplastamiento o cizallamiento de la misma.

Por lo regular los anillos se disponen en diámetros de 26 mm y permiten el paso de flujo de gas necesario para dar servicio a tres

o cuatro manzanas.

3.4. VALVULAS DE SECCIONAMIENTO

Las troncales y los anillos del sistema de distribución normalmente tienen un flujo continuo. Sin embargo cuando se desean ejecutar actividades de mantenimiento o en casos de emergencia en los que se requieren aislar uno o varios tramos de tubería se hace necesario disponer de un elemento de corte llamado válvula de seccionamiento.

Las válvulas de seccionamiento permiten interrumpir y restablecer de manera rápida el flujo de gas en una tubería. Estas se fabrican en polietileno de media densidad y permiten hacer un cierre hermético en menos de 10 segundos con un sólo giro de 90°.

Tanto en las redes troncales como en los anillos se disponen válvulas con el mismo diámetro de la tubería aislada de tal manera que no haya que cerrar más de tres de ellas para aislar el tramo deseado y así garantizar una rápida maniobra de corte.

4.- CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Debido a la vulnerabilidad del polietileno a los rayos ultravioleta, toda la tubería, accesorios y válvulas de seccionamiento se entierran a una profundidad que oscila alrededor de los 0,60 m. Para ello se requiere demoliciones, excavaciones, rellenos y reposiciones en zonas peatonales, andenes y vías públicas.

Los tubos de polietileno vienen normalmente en tramos de 10m para diámetros mayores o iguales a 88 mm y en rollos de 100 y 150 m para diámetros de 60 y 26 mm respectivamente, de allí que se requiera algún procedimiento de unión que garantice hermeticidad. Como el polietileno puede fundirse hasta cierto grado de temperatura sin degradarse, en la unión de accesorios y tubería se utilizan técnicas de fusión del material y equipos que permiten efectuar una unión homogénea de los elementos. La fusión puede lograrse por aplicación directa de calor usando una plancha recubierta de teflón en cuyo caso se le denomina "termofusión" o utilizando accesorios especiales

que poseen un circuito eléctrico interno el cual desarrolla un diferencial de temperatura apropiado y en cuyo caso se llama "electrofusión". El proceso de unión de cada junta puede durar de unos 5 a 30 minutos dependiendo del diámetro.

Una vez unida toda la tubería, accesorios y válvulas de seccionamiento se procede a efectuar una prueba neumática con aire seco a una presión equivalente al 150% de la presión a la que operará el sistema. Esta prueba se sostiene durante un lapso de mínimo 24 horas y si resulta satisfactoria se certifica que el sistema es apto para su funcionamiento.

CONCLUSIONES

5.1.- De la comparación de las características de los gases expuestos se observa que para producir una misma cantidad de calor se requiere más volumen de gas natural que de GLP. A su vez el gas natural tiene una mayor seguridad relativa en el evento de una fuga ventilada que el GLP.

5.2.- En el caso del gas natural es más económico y seguro distribuirlo por tubería a presiones moderadas (0,4MPa) que almacenarlo para su posterior uso.

5.3.- Debido a que el GLP tiende a licuarse a presiones cercanas a la atmosférica y esto genera riesgo de transportar una mezcla de líquido-gas que posteriormente pueda enfriarse hasta congelarse si existen las condiciones ambientales para ello, la presión de operación de líneas de distribución no debe superar los 0,13 MPa. Por otra parte el gas natural puede manejarse a una presión de 0,4 MPa, lo que redundaría en una economía de diámetros. Sin embargo el poder calorífico del GLP es casi el triple del propio del gas natural y por ello puede equilibrarse la divergencia económica al requerirse el transporte de menos volumen del primero que del segundo.

5.4.- Todo sistema de gas es seguro si se diseña y se opera bajo las normas existentes para tal fin y basándose en un buen criterio profesional. Sin embargo como en todos los campos de la práctica existe un riesgo inherente el cual puede ser mitigado y hablarse sólo de seguridad relativa más no de un concepto absoluto de la misma.

BIBLIOGRAFIA

- ACOGAS. Anteproyecto de norma técnica colombiana para redes de distribución urbana de gas. Sistemas a alta y media presión. 1.995
- BECERRIL, Diego O. Manual del Instalador de gas L.P. 1.987
- FORMAN, William A. Introducción a los polietilenos. Extrucol S.A. 1.991
- GASORIENTE S.A. E.S.P. Memorias del programa de entrenamiento para nuevos operarios en tendido de redes e instalaciones de gas natural 1.993
- MARQUEZ P., Jorge Fernando. Diseño de redes y anillos de polietileno para la zona servida por la Estación Cenabastos. Gases del Oriente S.A. E.S.P. 1996.

