



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE CONSTRUCCION Y DISTRIBUCIÓN DE  
GAS NATURAL EN VIA PÚBLICA PARA LA COLONIA DEL  
CARMEN EN LA DELEGACION COYOACAN.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A

**SALVADOR ARROYO PADILLA**

DIRECTOR DE TESIS

**MTRO. LUIS CESAR VAZQUEZ SEGOVIA**

ABRIL 2013



## ÍNDICE GENERAL.

		PAG.
	<b>RESUMEN</b>	4
	<b>INTRODUCCIÓN.</b>	5
CAPITULO I	<b>HISTORIA DEL GAS NATURAL.</b>	7
CAPITULO II	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS DEL GAS NATURAL.</b>	11
II.I	PROCESOS DEL GAS NATURAL.	11
II.II	CARACTERÍSTICAS DE LOS GASES	12
II.III	PROPIEDADES DEL GAS NATURAL	17
CAPITULO III	<b>REDES DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL.</b>	19
III.I	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	22
CAPITULO IV	<b>NORMATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REDES Y ACOMETIDAS DE POLIETILENO.</b>	30
CAPITULO V	<b>SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA UN PROYECTO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN VÍA PÚBLICA.</b>	41
V.I	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	41
V.II	MEMORIA DE CÁLCULO	45
V.III	ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES UTILIZADOS	47
V.IV	ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN	48

V.V	PROGRAMA DE OBRA	71
V.VI	PLANOS DEL PROYECTO.	72
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	73
	<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	74

## RESUMEN.

Gas Natural es un combustible, compuesto en su mayor parte de metano, que a través del tiempo se ha consolidado como el combustible más ocupado a nivel industrial, vehicular y para el hogar, en este trabajo se presenta la historia del gas natural como se ha venido desarrollando hasta la actualidad, se enuncia también las características físico-químicas del gas desde la exploración, los procesos a los que son tratados y transportados hasta su consumidor final, adicionalmente se describen las características de los gases como su límite de flamabilidad, densidad, caudal volumétrico, poder calorífico, deflagración y unidades de medida.

Las redes de transporte y distribución de gas natural están consolidadas por una serie de elementos como polietileno, acero y cobre, acometidas, accesorios de polietileno, conceptos como canalización, soldadura, tipos de presión que existen en la tubería, procedimientos constructivos en una red de polietileno, obra civil, obra mecánica y señalización que debe de llevar una red de transporte de polietileno, reposición de asfaltos, banquetas y guarniciones, más adelante se describe el sistema constructivo, planeación y desarrollo de un proyecto elaborado en la delegación Coyoacán, se enuncia brevemente las especificaciones y reglamentaciones gubernamentales (NOM-003-SECRE-2002)<sup>1</sup> que existen en el Distrito Federal.

Los mexicanos queremos una ciudad moderna libre de cables, tuberías y postes innecesarios, por lo que debemos recurrir al subsuelo para tener una mejor perspectiva de la ciudad y mejor vista.

---

<sup>1</sup> NOMSECRE0032002, RIGE GAS NATURAL.

## INTRODUCCIÓN.

El gas natural es un combustible que se produce de manera natural a partir de los procesos de descomposición de material orgánico, por lo tanto, se trata de un combustible natural de origen fósil. Debido a su naturaleza, el gas natural, se comporta como aquel combustible más puro y limpio que aquellos derivados directamente del petróleo. Su composición es principalmente de metano (alrededor de un 90%), acompañado de otros gases como nitrógeno, etano, CO<sub>2</sub> y butano, entre otros.

Como es posible intuir, el gas natural se almacena en forma espontánea bajo tierra, por lo que es necesaria su extracción para la utilización de sus múltiples propiedades. De este modo, durante la etapa de extracción se inicia el proceso de este tipo de gas, proceso que continúa luego con el transporte, y que finaliza con la distribución a sus usuarios. Es importante destacar que el gas natural mantiene sus propiedades de la misma manera a lo largo de todo su proceso, lo que hace de éste un combustible muypreciado.

El gas natural es utilizado a nivel doméstico e industrial, y para su distribución a cada uno de estos lugares es necesario hacerlo viajar a través de redes de tuberías fabricadas en polietileno. Se ha escogido este material debido a su gran resistencia y durabilidad, permitiendo su uso, incluso, en zonas con gran actividad sísmica. De esta manera, es posible distribuir el gas de modo similar a como es distribuida el agua en la mayoría de las ciudades del mundo, llegando a los hogares e industrias de modo muy seguro y conveniente.

Como ya se mencionaba, las propiedades del gas natural son múltiples y de gran valor. Entre estas fabulosas características está su limpia combustión, su bajísimo nivel de corrosividad, su eficiencia y abundancia. Otra de sus características es que es más liviano que el aire, además no posee color ni olor, por lo que para su uso se le añade un componente químico denominado mercaptano, a fin de poder detectar su presencia o fuga. Una de las propiedades que hacen de este tipo de combustible un elemento muy respetado y codiciado es que, para su utilización, no necesita de ningún tipo de procedimiento de transformación o tratamiento.

Gas natural es una de las varias e importantes fuentes de energía no renovables formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentran en yacimientos de petróleo, disuelto o asociado con el petróleo o en depósitos

de carbón. Como ejemplo de contaminantes cabe mencionar el gas no-asociado de Kapuni (NZ) que contiene hasta 49% de CO<sub>2</sub>. Como fuentes adicionales de este recurso natural, se están investigando los yacimientos de hidratos de metano que, según estimaciones, pueden suponer una reserva energética muy superiores a las actuales de gas natural.

Puede obtenerse también con procesos de descomposición de restos orgánicos (basuras, vegetales - gas de pantanos) en las plantas de tratamiento de estos restos (depuradoras de aguas residuales urbanas, plantas de procesado de basuras, de desechos orgánicos animales, etc.). El gas obtenido así se llama biogás.

Algunos de los gases que forman parte del gas natural cuando es extraído se separa de la mezcla porque no tienen capacidad energética (nitrógeno o CO<sub>2</sub>) o porque pueden depositarse en las tuberías usadas para su distribución debido a su alto punto de ebullición. Si el gas fuese criogénicamente licuado para su almacenamiento, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) solidificaría interfiriendo con el proceso criogénico.

El propano, butano e hidrocarburos más pesados en comparación con el gas natural son extraídos, puesto que su presencia puede causar accidentes durante la combustión del gas natural. El vapor de agua también se elimina por estos motivos y porque a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente y presiones altas forma hidratos de metano que pueden obstruir los gasoductos. Los compuestos de azufre son eliminados hasta niveles muy bajos para evitar corrosión y olores perniciosos, así como para reducir las emisiones de compuestos causantes de lluvia ácida.

## I. Historia del Gas Natural.

La teoría que tiene más fundamentos, es la que atribuye a la descomposición lenta de las grasas y proteínas de los organismos vivos, que quedaron sumergidos en los fondos marinos por la acción de los estratos de la arena, que combinados con los sedimentos salinos que se formaron al evaporarse el agua del mar, crearon las condiciones para la formación y retención del petróleo y gas natural.

Algunas fallas en los depósitos naturales, permitían salir al gas al exterior, y su facilidad de inflamación, permitieron que se conociera su existencia desde tiempos antiguos.

Los primeros descubrimientos de yacimientos de gas natural fueron hechos en Irán entre los años 6000 y 2000 A.C. Estos yacimientos de gas, probablemente encendidos por primera vez mediante algún relámpago, sirvieron para alimentar los "fuegos eternos" de los adoradores del fuego de la antigua Persia.

De acuerdo a la historia, se ubica que la utilización del gas en otras partes del mundo como en Japón, que se conoce la existencia de manantiales de gas desde el siglo VII de nuestra era. En China en el siglo X se explotaba el gas natural con fines prácticos. Al perforarse a grandes profundidades en busca de minas de sal, se localizaron bolsas de gas, que eran conducidos mediante cañas de bambú hasta los puntos de consumo.

También se menciona el uso del gas natural en China hacia el 900 A.C. Precisamente en China se reporta la perforación del primer pozo conocido de gas natural de 150 metros de profundidad en el 211 A.C. Los chinos perforaban sus pozos con varas de bambú y primitivas brocas de percusión, con el propósito expreso de buscar gas en yacimientos de caliza. Quemaban el gas para secar las rocas de sal que encontraban entre las capas de caliza.

La recopilación de información permite mencionar que los trabajos del médico Juan Bautista Van Helmont, nació en Bruselas en 1577, el nombre de GAS. Fue a principio del siglo XVII, que calentando diversos materiales en un crisol, comprobó que desprendía el "espíritu o aliento salvaje" del que ya hablaba Paracelso un siglo antes, le dio el nombre flamenco de "geist" (espíritu), del cual deriva la palabra gas que se emplea en la mayoría de los idiomas.

El trabajo de muchos investigadores: Abogador, Boyle, Charles, GayLussac, Van Der Waals, etc. Estudiando el comportamiento de los gases ha permitido que hoy se disponga de datos suficientes, como para que su primitivo nombre tenga solo un carácter romántico.

En Francia, los trabajos de Philippe Le Bon (1767-1804) le llevaron a encontrar la forma práctica de utilizar el gas que producía la combustión de leña para aplicarlo al alumbrado y la calefacción, en 1799 obtiene en Paris la patente de su invento al que llamo "TERMOLAMPE", pero no consiguió despertar el interés de sus contemporáneos.

La "Termolampe" de P. Le Bon consiste en una especie de horno de ladrillos. El gas producido sale por un tubo, colocado a media altura y después de lavado, se dirige a los mecheros, para ser quemado por el aire libre o en un globo de cristal, provisto de un tubo de entrada de aire dispone también de un tubo de evacuación de los gaseas quemados.

Se reproduce por su interés unas notas autógrafas de P. Le Bon de septiembre de 1799 de apoyo a su petición de patente de la termo lámpara.

Samuel Clegg alumno de Murdock ensayo nuevos métodos de purificación del gas y a el se debe el invento del contador de gas que data de 1815. Así pues las primeras aplicaciones de la incipiente industria del gas se dirigieron a sacar de las tinieblas a las antiguas generaciones, mediante la iluminación.

Durante dos mil años los avances en este campo fueron casi nulos. Homero describe la sala del festín en la casa de Ulises, iluminada con braceros y antorchas que sujetan los esclavos, la mejora inducida desde el tiempo prehistórico, consistió en embadurnar con materias grasas o resinosas el soporte de madera, de tal suerte que las llamas arden sin atacar el soporte.

De la misma época es la lámpara de aceite, consiste en un recipiente que los contiene y de los cuales prende una mecha. Los romanos introducen una tercera forma de iluminación al crear la candela, descrita por Plinio el Viejo, especie de lámpara de aceite sólido, en el cual el cuerpo graso consiste en cera, que se funde en contacto con la llama y produce el aceite combustible. Como mecha utilizaron la médula de junco, tallo de papiro y la estopa. Este procedimiento de fácil transporte y que permite dosificar a voluntad la iluminación, variando él numero de candelas, parece tan perfecto y cómodo que el ingenio humano no introdujo ninguna mejora al sistema en casi dieciocho siglos.

Pues no es hasta los años 1783 que un físico de Geneve Argand, vino a revolucionar la iluminación con su “lámpara de aceite racional” que asegura la combustión del aceite, sin humo, aumentando de forma considerable la iluminación de la llama, Argand el dar a la mecha una forma plana y delgada al objeto de obtener un mayor contacto de la llama con aire, da a la llama una forma circular, para combatir el enfriamiento de la llama de forma simultánea, buscando darle mayor aportación de aire al centro y a la periferia de la llama de forma simultánea, buscando darle mayor aportación de aire, le superpone una chimenea de cristal, de forma de que el aire envuelve completamente a la llama y gracias a la transparencia del cristal la protege sin interceptar la luz. Argand no recogió el fruto de su genio y murió pocos años después pobre y medio loco. Fue un farmacéutico de nombre Quinquet, quien acaparo su invento y le dio su nombre, la lámpara de quinqué.

Los ingenieros durante el año de 1852 se aplicaron a encontrar soluciones a los problemas técnicos planteados, mejorando los mecheros de gas. Pero no es hasta 1899 que fue descubrimiento del Dr. Auer va a revolucionar la iluminación a gas.

Fue el Dr. Auer Von Welsbasch de Viena quien en 1885 mejora el sistema de iluminación por mecheros de incandescencia, al confeccionar las “camisetas” de algodón que baño en una solución de oxido metálico (de zirconio y lantano) y que formaban después de la calcinación un esqueleto incandescente. La mejora resulta definitiva cuando en 1892 encontró la denominada “mezcla Auer” redujo en  $\frac{5}{6}$  el gasto de gas por unidad de luminosidad.

La invención del Dr. Auer permitió durante unos años parar desde el aspecto económico la incipiente competencia de la electricidad en el campo de la iluminación, pues a la bombilla de Edison, de filamento de carbón incandescente, siguieron los filamentos metálicos que obligaron a la industria del gas a buscar nuevos mercados, aunque su primitiva denominación no ha llegado a estos días, así el producto que los pioneros fabricaron y distribuyeron recibía el nombre de GAS DEL ALUMBRADO, o GAS CIUDAD, fue cambiando con el de gas manufacturado, nombre que iras quedando en el recuerdo y en los manuales al irse cerrando progresivamente las ultimas fabricas que lo manufacturaban e imponerse el “moderno” gas natural.

La experiencia se sucede, así hacia 1664 el reverendo Dr. John Clayton, después de examinar la fuente inflamable de Lancashire, trata de reproducirlo, consiguiendo al descomponer la hulla mediante calor el “esprit

del carbón” que resulta inflamable, recoge el gas obtenido y guardando en vasijas, lo utiliza como distracción en sus reuniones con amigos. La destilación de la hulla, pasa de la curiosidad a la utilidad práctica, al descubrir que produce además del gas inflamable, residuos como el alquitrán de aplicaciones industriales. Cavendish, descubre la forma de producir hidrógeno, mediante zinc y ácido sulfúrico y pone el “aire inflamable” al orden del día.

Unos años más tarde, Lovain edita su obra llamada “Memoria sobre el aire inflamable” en donde describe las propiedades inflamables del aire de hulla, relata su modo de fabricación e insiste sobre la necesidad de su depuración.

El gas natural era desconocido en Europa hasta su descubrimiento en Inglaterra en 1659, e incluso entonces, no se masificó su utilización. La primera utilización de gas natural en Norteamérica se realizó desde un pozo poco profundo en la localidad de Fredonia, estado de Nueva York, en 1821. El gas era distribuido a los consumidores a través de una cañería de plomo de diámetro pequeño, para cocinar e iluminarse.

A lo largo del siglo XIX, el uso del gas natural permaneció localizado porque no había forma de transportar grandes cantidades de gas a través de largas distancias, razón por la que el gas natural se mantuvo desplazado del desarrollo industrial por el carbón y el petróleo.<sup>2</sup>

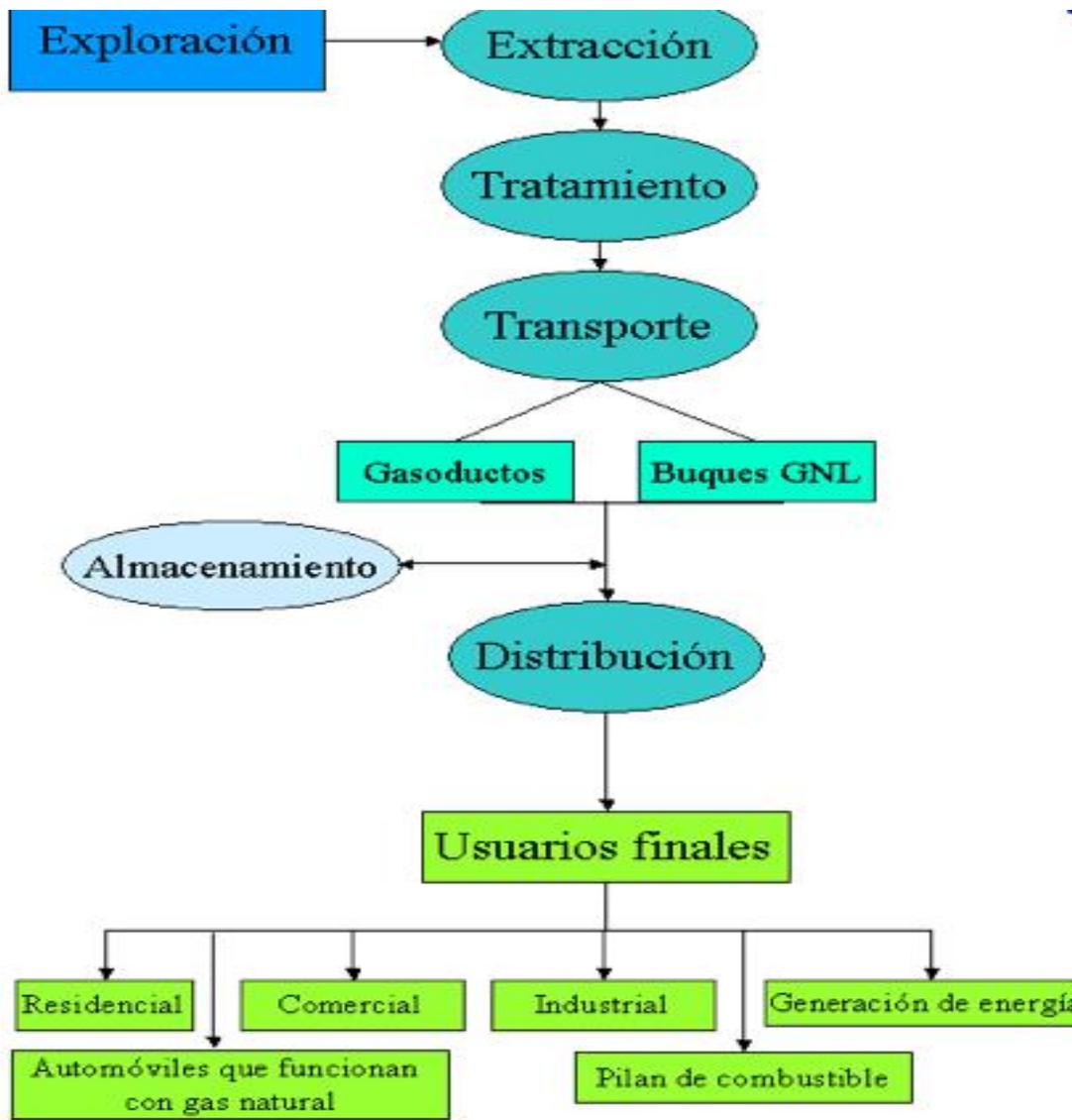
---

<sup>2</sup> REVISTA GAS NATURAL EDICION 2010.

## II. Características Físico Químicas del Gas Natural.

### II.1. Procesos del Gas Natural.

Uno de los puntos importantes es el de la conducción del gas por medio de los gasoductos y para esto se requiere un procedimiento en el cual consiste en reducir el contenido de agua e hidrocarburos pesados, para evitar la formación de hidratos y condensaciones en las tuberías.



## FIGURA No. 1 Proceso de conducción del gas natural.

De acuerdo a la figura no. 2 del proceso de gas natural, se presenta parte del procedimiento que se emplea para poder obtener el gas natural desde su extracción de los yacimientos, el transporte, las plantas de endulzamiento, las estaciones de regulación y medición hasta la distribución.

Cuando se obtiene el gas en los campos ya sea del tipo asociado o el no asociado se clasifican en:

- Gas húmedo amargo
- Gas húmedo dulce
- Gas Seco

### GAS HÚMEDO AMARGO.

Contiene un porcentaje importante de ácidos sulfhídricos, por lo que es altamente corrosivo: motivo por el cual se le conduce a los complejos petroquímicos donde en planta de endulzamiento, se le separan las impurezas con el objetivo de obtener gas endulzado y como subproducto el azufre, del que se producen los fertilizantes.

### GAS HÚMEDO DULCE.

Provenientes del campo, junto con el endulzado pasan a las plantas de extracción licuables denominadas criogénicas, en las cuales a través de un proceso de separación a baja temperatura se divide de la corriente de gas dulce en las siguientes fracciones: metano, etano, propano, butano (GL), e hidrocarburos más pesados (gasolina).

### GAS SECO.

Es la combinación de los gases húmedos amargo y dulce, ya tratados pueden utilizarse en forma de materia prima para la industria petroquímica.

El empleo de gas como combustible suministra mejores productos en comparación con los combustibles sólidos y líquidos.

## II.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS GASES.

### COMBUSTIÓN.

Los gases combustibles se utilizan para aprovechar la energía que se libera en el proceso de la combustión. Para que la combustión pueda iniciarse y

propagarse, es necesario que se cumplan dos condiciones de forma simultánea:

- El combustible y el comburente deben de ser mezclados en una determinada proporción.
- La temperatura de la mezcla, ha de estar localmente por encima de la temperatura de ignición.

El comburente, el que hace entrar en combustión al combustible, generalmente se suele utilizar el oxígeno del aire.

### **PODER CALORÍFICO.**

El poder calorífico expresa la energía máxima que puede liberar la unión química entre un combustible y el comburente y es igual a la energía que mantenía unidos los átomos en las moléculas de combustible (energía de enlace), menos la energía utilizada en la formación de nuevas moléculas en las materias (generalmente gases) formadas en la combustión. La magnitud del poder calorífico puede variar según como se mida. Según la forma de medir se utiliza la expresión poder calorífico superior (PCS) y poder calorífico inferior (PCI).

La mayoría de los combustibles usuales son compuestos de carbono e hidrógeno, que al arder se combinan con el oxígeno formando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O) respectivamente. Cuando se investigó científicamente el proceso de la combustión, se consideró que para el buen funcionamiento de las calderas donde se producía, era necesario que los gases quemados salieran por el conducto de humos a una cierta temperatura mínima para generar el tiro térmico necesario para un buen funcionamiento. Esta temperatura está por encima de los 100 °C, por lo que el agua producida no se condensa, y se pierde el calor latente o calor de cambio de estado, que para el agua es de 2261 kilojulios (540 kilocalorías) por kilogramo de agua, por lo que hubo necesidad de definir el poder calorífico inferior, para que las calderas tuvieran, aparentemente, unos rendimientos más alentadores.

Hay que saber diferencia entre el poder calorífico superior e inferior, el poder calorífico superior es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de volumen de combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado y se contabiliza, por consiguiente, el calor desprendido en este cambio de fase. Y el inferior es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de volumen de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua generado en la combustión, ya que no se produce cambio de fase, y se expulsa como vapor. Es el valor que interesa en los usos industriales, por ejemplo hornos o turbinas, porque los gases de

combustión que salen por la chimenea están a temperaturas elevadas, y el agua en fase vapor no condensa. También es llamado poder calorífico neto, ya que al poder calorífico superior se resta el calor latente de condensación.

La temperatura de ignición es la temperatura mínima a la que debe ser llevado un punto de la mezcla inflamable aire y gas, para que la combustión pueda iniciarse y propagarse, para el gas natural la temperatura de ignición es aproximadamente de 650 grados centígrados.

### LÍMITES DE INFLAMABILIDAD.

Límites de concentración superior e inferior de un gas inflamable, sobre o debajo de los cuales no ocurre propagación de la llama en contacto con una fuente de ignición. Los límites inflamables son calculados a temperatura y presión ambiente en el aire.

Los límites dependen de la naturaleza del gas en la tabla siguiente se denotan los gases más usuales:

	GAS NATURAL	GAS LP
Poder calorífico	8,460 Kcal/m <sup>3</sup>	11,068 Kcal/Kg
Composición	88% - 94% Metano (CH <sub>4</sub> )	30% Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) 70% Butano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )
Presión de suministro al cliente doméstico	19 ± 10% mbar	28 mbar
Densidad relativa	0.6	1.93
Humedad	seco	seco
Estado	Gaseoso (sin límite de compresión)	a 20°C se vuelve líquido a 2.5 bar
Toxicidad	No Tóxico, en concentraciones altas, desplaza al oxígeno y provoca asfixia	No Tóxico, en concentraciones altas, desplaza al oxígeno y provoca asfixia

Tabla No. 1 diferencia entre gas natural y gas LP

### DEFLAGRACIÓN.

Una deflagración es una combustión súbita con llama a baja velocidad de propagación, sin explosión. Se suele asociar, erróneamente, con las explosiones, usándose a menudo como sinónimo.

Las reacciones que provoca una deflagración son idénticas a las de una combustión, pero se desarrollan a una velocidad comprendida entre  $1 \frac{m}{s}$  y la velocidad del sonido.

En una deflagración, el frente de llama avanza por fenómenos de difusión térmica. Por el contrario, en una detonación la combustión está asociada a una onda de choque que avanza a velocidad superior a la del sonido.

Para que se produzca una deflagración se necesita: 1º.- Una mezcla de producto inflamable con el aire, en su punto de inflamación. 2º.- Una aportación de energía de un foco de ignición. 3º.- Una reacción espontánea de sus partículas volátiles al estímulo calórico que actúa como catalizador o iniciador primario de reacción.

### ÍNDICE DE WOBBE.

Es el cociente entre el PCS y la raíz cuadrada de la densidad relativa de un gas combustible

Si dos gases tienen el mismo índice de Wobbe, significa que nos proporcionará el mismo caudal calorífico o gasto térmico a través de un mismo orificio. SON INTERCAMBIABLES

Clasificación:

- Primera Familia  $5,350 < W < 5,950$  Kcal/Nm<sup>3</sup> Gases manufacturados, aire metanado y propanado
- Segunda Familia  $9,350 < W < 13,100$  Kcal/Nm<sup>3</sup> Gases Natural
- Tercera Familia  $17,425 < W < 20,850$  Kcal/Nm<sup>3</sup> GLP, propano, butano

### DENSIDAD.

Se define como la densidad absoluta de una sustancia gaseosa a la masa que tiene una unidad de volumen de la sustancia

$$\rho = \frac{m \text{ [kg]}}{V \text{ [m}^3\text{]}}$$

Se define como la densidad relativa de un gas a la relación entre la densidad absoluta y la densidad del aire (aire=1)

$$\rho_r = \frac{\rho_{gas}}{\rho_{aire}}$$

## PRESIÓN.

Es la fuerza ejercida por unidad de área de superficie.

$$P = \frac{F}{A} \left[ \frac{kg_f}{cm^2} \right]$$

Unidades.

Las unidades que se manejan en la presión que maneja ya sea la tubería de acero y polietileno para la medición de gas natural son las siguientes:

	Atm	bar	mbar	Kg/cm <sup>2</sup>	mm cda Agua	Plg cda Agua
Atm	<b>1</b>	<b>1.01325</b>	<b>1013.25</b>	<b>1.033</b>	<b>10350.8</b>	<b>407.511</b>

Mediciones de Presión.

Unidades / simbolo	b	Atm.	kg/cm <sup>2</sup>	psi	tor	In Hg	mm cda
Bar	1	0.98692	1.01972	14.50	750.06	29.53	1.02*10 <sup>4</sup>
Atmósfera Standard	1.03	1	1.033	14.70	760	29.92	1.03*10 <sup>4</sup>
Kilogramo por cm <sup>2</sup>	0.981	0.9678	1	14.22	735.56	28.96	10 <sup>4</sup>
Libra por pulgada cuadrada.	0.0689	0.06805	0.070307	1	51.72	2.036	703.07
mm columna de mercurio	0.0013	1.3158 *10 <sup>-3</sup>	1.3595 *10 <sup>-3</sup>	0.0194	1	0.0394	13.595
Pulgada columna de mercurio	0.0339	0.03342	0.34532	0.4912	25.4	1	345.55
mm columna de agua a 15° C	0.9806 *10 <sup>-4</sup>	0.9678 *10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>	1.422 *10 <sup>-3</sup>	0.07355	0.0029	1

Tabla No. 2 Unidades de medida de presión.

## CAUDAL VOLUMÉTRICO.

Metro cúbico/hora  $\frac{m^3}{h}$  es la unidad que se utiliza para expresar el consumo de los aparatos a gas y el caudal circulante por los tramos de una

instalación receptora de gas en unas condiciones de referencia determinadas.

Litro/hora  $\frac{L}{h}$ , es la unidad que se utiliza para expresar el consumo de pequeños quemadores y para expresar los caudales de fuga de una instalación receptora en unas condiciones de referencia determinadas.

Litro/minuto  $\frac{L}{min}$ , es la unidad que se utiliza para expresar el caudal de agua suministrado por aparatos a gas de producción de agua caliente sanitaria.

### II.3. PROPIEDADES DE GAS NATURAL.

La principal propiedad física de interés práctica, es el poder ser licuado produciéndose el cambio de fase a temperaturas muy bajas, en torno a los 160°C y presión atmosférica. A destacar su compatibilidad con distintos metales, el metano principal componente del gas natural, no es corrosivo, puede usarse en presencia de cualquier metal cuando se encuentra en estado gaseoso, mientras que al encontrarse a temperaturas criogénicas (160°C GNL) debido a la fragilidad térmica de los metales, se ha de determinar la metalurgia adecuada, recurriéndose al empleo de:

- Aleaciones de hierro con contenidos en níquel del 5 al 9%
- Aceros auténticos con 37% en níquel o bien 9% en níquel con 9% en cromo (aceros inoxidables).
- Aleaciones de aluminio con 11% de cromo y 3,9% de magnesio.

Mientras que es incompatible con la Etilcelulosa, Caucho natural (elastómero) y caucho butilo (elastómero), lo que provoca la necesidad en los cambios de gas ciudad a gas natural a proteger juntas que son en algunos casos son de elastómeros.

El gas natural tiene mayor poder calorífico que el gas manufacturado. A igual volumen genera aproximadamente dos veces y media más calor. Es una energía primaria, que proviene directamente de la naturaleza, por lo cual se puede consumir tal y como se presenta en nuestra naturaleza.

Este recurso, no es energía secundaria, porque no necesita la transformación de otras energías para crearlas. Es una energía primaria ya antes mencionado, el carbón y el crudo de petróleo; sin embargo, el gas manufacturado (También llamado gas ciudad), es fabricado con el carbón o petróleo, y este si era una energía secundaria.

Uno de los aspectos importante del gas natural es que es inodoro aunque

antes de ser distribuido se le oloriza añadiendo un producto químico, llamado “MERCAPTANO” o bien Tetrahidrotiofeno (THT), el cual en cantidades pequeñas partes por millón, da al gas un olor peculiar el cual lo mencionamos “olor a gas”, esto es con la finalidad de alertar y detectar por el olfato si existe posibles fugas de gas.

La Recomendación SEDIGAS RST01 odorización de gases combustibles recomienda un contenido de THT de 18 mg/m<sup>3</sup> (n) en el gas natural.

Otra importante propiedad destacable del gas natural es su limpieza en la combustión, ya que en una proporción adecuada con el aire, produce una llama de color azul y quema sin desprendimiento de cenizas, oxido de carbono u otros productos.

El resultado de su combustión es anhídrido carbónico y vapor de agua. Y dado que como hemos dicho, no contiene oxido de carbono, no es toxico. Sin embargo, una mala o defectuosa combustión, mezclada con el aire puede provocar humo y monóxido de carbono. De acuerdo con las características que presenta el gas natural, es una energía ideal para combatir la contaminación atmosférica (especialmente por no contener azufre).<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> LEY Y REGLAMENTO DE MANEJO DE GAS.

### **III. REDES DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL.**

Recibe el nombre genérico de redes, el conjunto de tuberías y accesorios que conducen el gas desde los puntos de producción, almacenamiento o regasificación hasta los puntos de consumo.

La red de transporte está diseñada para conducir grandes caudales de gas a grandes distancias. De diferentes puntos de la red parten arterias que conducen el gas a las Estaciones Reguladoras de Presión (ERP) que abastecen Zonas Industriales y comerciales.

Las redes de distribución son las que distribuyen el gas a cada usuario dentro de la ciudad y son alimentadas por las redes de transporte a través de las cámaras de regulación.

Las redes se proyectan con el objeto de atender al consumo de gas previsto a mediano y largo plazo, basados en el análisis de las emisiones anuales, diarias y horarias.

La cantidad de gas que puede circular por una tubería, es función entre otras magnitudes del diámetro de la pérdida de carga entre dos puntos de la red para atender a la creciente demanda de gas, se podía conseguir bien manteniendo la presión e incrementando el diámetro de las tuberías, o bien incrementando la presión; desde el punto de vista económico urbanístico la mejor solución ha sido incrementar la presión de las redes de transporte y de distribución, manteniendo las primitivas redes de baja presión.

Por lo que para el transporte y distribución de gas natural se usan los siguientes tipos de tubería:

- Acero.
- Polietileno alta o media densidad.
- Cobre.

Las tuberías y accesorios a utilizar en los sistemas de distribución de gas natural han de ser de materiales con las características mecánicas adecuadas a la función que han de desempeñar y que no sufran deterioros ni por el gas distribuido ni por el medio exterior con el que están en contacto.

Las redes de distribución se clasifican en:

Alta presión Tipo B	Para presiones superiores a 16 bar
Alta presión Tipo A	Para presiones comprendidas entre 4 y 16 bar
Media presión Tipo B	Para presiones comprendidas entre 0.4 y 4 bar
Media presión Tipo A	Para presiones comprendidas entre 50 mbar y 400 mbar
Baja presión	Para presiones 50 mbar.

Tabla No. 3 Tipos de Presión en Tuberías de PE.

Los elementos que constituyen una red de transporte y distribución de gas natural son los siguientes:

- Canalización
- Acometidas

### **CANALIZACIÓN.**

Recibe el nombre de canalizaciones al conjunto de tuberías y accesorios unidos entre sí, que formando una red que ofrece la posibilidad de disponer de gas en todos aquellos lugares por los que discurre.

La red puede ser de acero o polietileno y se protege por distintos métodos, dependiendo del material a utilizar. Las profundidades varían para alta presión que son arriba de un metro y para baja. Ambas son altamente seguras, en caso de fuga provocada por algún agente externo como maquinaria o colisión, el gas por su composición (que lo hace más ligero que el aire), se disipa en la atmósfera.

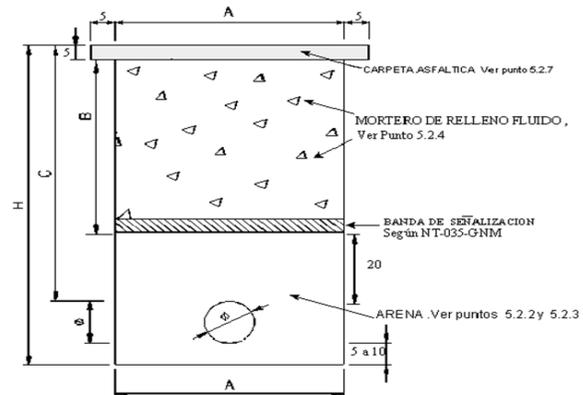


Figura No. 2 Protección de Tubería

### POLIETILENO.

El PE es una materia plástica que abarca varios productos similares en composición, se obtiene por polimerización del Etileno. Su utilidad en redes de distribución de gas, radica en sus propiedades físicas y fisicoquímicas, como la flexibilidad y soldabilidad muy diferentes de otros materiales.

El módulo de elasticidad, es mucho menor que en otros materiales, permite disponer de tubos en rollos o bobinas, instalación en tramos no rectilíneos y posibilita las técnicas de entubamiento y de interrupción del flujo por pinzamiento, además de todo esto, si llegase a ocurrir un sismo o terremoto, la posibilidad de rompimiento de la tubería es muy remota, ya que por sus características (hasta 350% de elongación estiramiento) lo hace muy seguro.

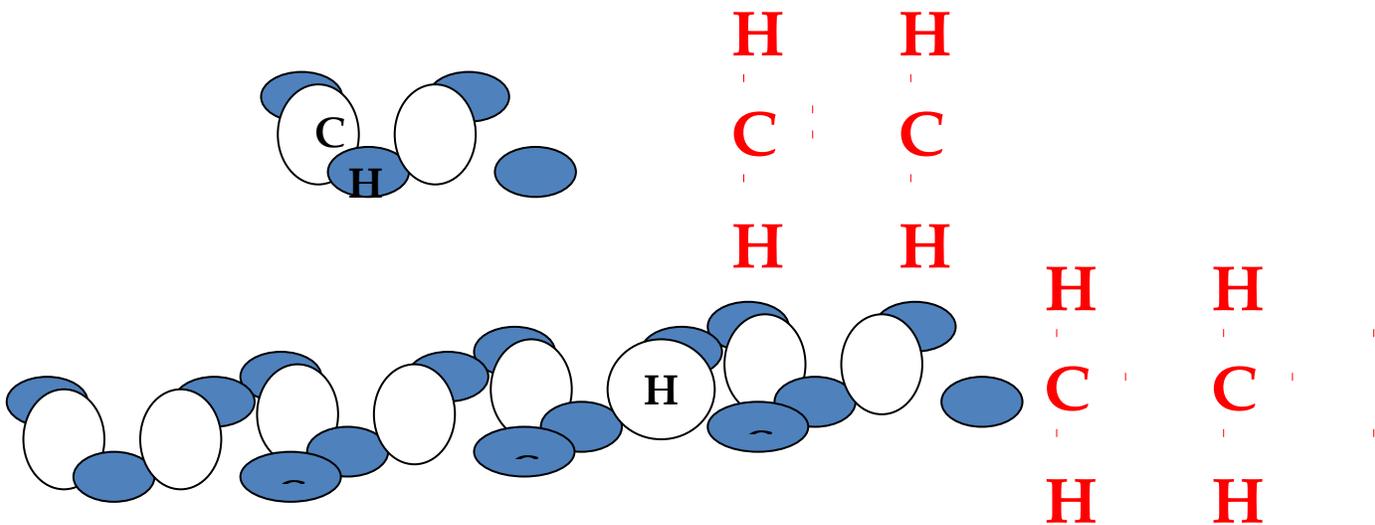


Figura No. 3 Composición atómica de PE.

Polietileno SDR.

Relación dimensional normalizada del diámetro exterior nominal entre el espesor del tubo.

Equivalencias.

Tabla No. 4 Tipos de SDR

SDR	S
11	5
17.6	8.3
26	12.5

### ACOMETIDAS.

Recibe el nombre de acometidas los elementos que conectan las canalizaciones con la instalación receptora de los clientes, estos elementos son:

- Toma de acometida.
- Tubo de acometida o ramal.
- Llave o válvula de acometida.

La toma de acometida, es el punto de conexión de la acometida con la red de distribución, su forma depende del tipo de material de la canalización.

El tubo de acometida es el que permite conducir el gas, desde la canalización hasta la instalación receptora de los clientes.

La llave o válvula de acometida, es el dispositivo de corte situado en el límite de la propiedad, accesible desde el exterior, permite interrumpir el paso del gas a la instalación receptora.

### III.1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

La canalización de tubería de PE, ya sea para se divide en lo siguiente:

- Obra Civil.
- Obra Mecánica.
- Señalización de Obra Pública.

#### OBRA CIVIL.

La obra civil se denomina como las actividades para la elaboración del

zanjeado o canalización, en conjunto con el trazo, nivelación, profundidad y ancho de zanja dependiendo que tipo de tubería esté diseñada para cada proyecto.

## TRAZO Y NIVELACIÓN.

Los trazos y nivelaciones, podrán ejecutarse por el método que sea necesario para obtener la precisión indicada en el proyecto según el caso, y la correcta ejecución de los trabajos.

Los trazos de los ejes de las instalaciones superficiales, deben estar sobre el terreno de acuerdo con los planos del proyecto. Su ubicación estará referida a los linderos de terreno, construcciones ya existentes o mojoneras reconocidas.

Se solicita para el trazado de cada proyecto información sobre la situación de los servicios públicos, estructuras enterradas existentes o que están por proyectarse, las dependencias con las que se solicitan recorridos son: CFE, TELMEX, SACM (Agua Potable), SACM (Drenaje), Cablevisión y PEMEX, en todo caso que el proyecto haga un paralelismo o cruce.

El trazado definitivo será tan rectilíneo como sea posible.

La profundidad que marca la NOM-003-SECRE-2002, que es la Norma que actualmente rige y se debe cumplir es la siguiente:

Profundidad mínima del lomo de la tubería al nivel de piso terminado

Ubicación	Excavación normal (cm)	Excavación en roca (cm)
En general		
-Tubería hasta 508 mm (20 pulg) de diámetro	60	45
-Tubería > 508 mm (20 pulg) de diámetro	75	60
En derechos de vía, de carreteras o ferrocarriles	75	60
Cruzamientos de carreteras	120	90
Cruzamientos de ferrocarriles (ver 8.1.2):		
-Tubería encamisada	120	120
-Tubería sin encamisar	200	200
Cruces de vías de agua	120	60
Bajo canales de drenaje o irrigación	75	60

Tabla No. 5 Profundidades mínimas.

El diámetro de tubería utilizada actualmente en México para polietileno son los siguientes:

DN TUBO DE POLIETILENO
40
63
90
110
160
200

Tabla No. 6 La tubería plasmada en esta tabla esta en milímetros mm.

## **EXCAVACIÓN.**

El eje de las excavaciones debe quedar alineado siguiendo el trazo señalado en los planos respectivos, para proceder a los cortes, al ancho de las zanjas debe marcarse en el terreno.

Los cortes de pavimento en asfalto o concreto deben efectuarse con equipo mecánico y retire el producto del área antes de proceder a la excavación. Para la ejecución de la zanja se debe tomar en cuenta las condiciones de la zona en cuanto a instalaciones subterráneas existentes y construcciones cercanas, con el objeto de no causar daños a estas.

Cuando el tipo de suelo y/o la profundidad sea de tal que no permita paredes verticales en excavación, se pueden formar taludes o ademar según se requiera. Cuando la excavación en cepas se ejecute en terreno rocoso en arcilla compactada o piedras angulares que impidan el apoyo uniforme de la tubería en el fondo de la cepa se debe colocar una plantilla de arena con un espesor suficiente que cubra estas imperfecciones.

Cuando el material se encuentre saturado se deben formar en el fondo de la cepa, drenes y cárcamos para bombear el agua a la superficie del terreno. El producto de la excavación se debe depositar a un costado de la cepa con una separación mínima de 60 cm de la misma, dejando libre el lado contrario para las maniobras de tendido de la tubería.

Para las excavaciones de cepa en material rocoso no se autoriza el uso de explosivos y en caso de requerirse rompedoras neumáticas solo se

permitirá de compresores silenciosos. La cepa debe conservarse libre de azolves y otros materiales producto de la excavación y el fondo debe quedar perfectamente limpio y afinado previo al bajado de la tubería.

## OBRA MECÁNICA.

La obra mecánica se denomina, como las actividades de almacenamiento, transporte, unión de tubería con o sin accesorios ya sea con electro fusión o termo fusión, así como el tendido de tubería en zanja, el tapado de zanja, prueba de hermeticidad, purgado y puesta en gas.

En el almacenamiento y transporte de la tubería se deberán cuidar los siguientes puntos:

- Evitar exposición a la radiación solar directa sobre los tubos.
- No usar la temperatura ambiente a los 40°C o inferior a los -5°C
- La superficie de asentamiento debe ser lisa y plana.
- Situar productos químicos lejos, como gasolinas, detergentes o ácidos.
- Apilar horizontalmente, protegiendo conveniente las bocas de los mismos.

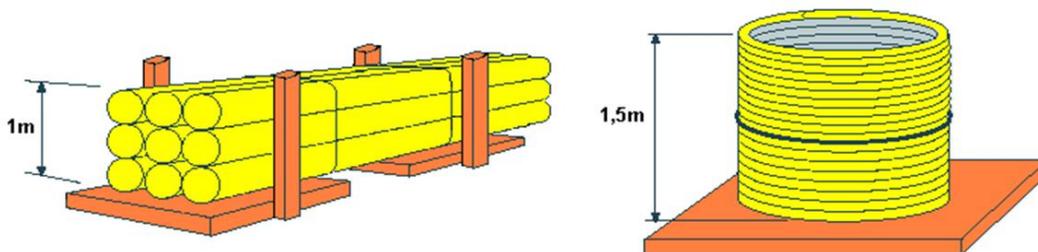


Figura No. 4 Manejo de tubería.

Las uniones en la tubería de polietileno deben efectuarse por termo fusión y electro fusión. Para la ejecución de las uniones deben utilizarse herramientas y equipos adecuados y que sean los que el fabricante de las tuberías especifique. Los procedimientos de fusión que emplee el contratista deben ser también los indicados por el fabricante de la tubería y conexiones empleadas siempre y cuando se cumplan con las normas NOM003SECRE2002 y ANSIASMEB31.8 en su última edición.

El personal que ejecute estos trabajos debe ser calificado y certificado.

En caso contrario el personal propuesto para estas actividades, debe pasar las pruebas de uniones de muestreo en secciones de tubos y conexiones.

Cuando se realicen trabajos de termo fusión en condiciones climatologías adversas tales como la lluvia, tolvanaera, tormentas de arena, deben utilizarse cubiertas o medios de protección adecuados.

## **ELECTROFUSIÓN.**

Es la unión de un accesorio con un tubo o con otro accesorio, generándose el calor necesario para ello mediante el paso de una corriente eléctrica controlada por una resistencia incorporada en un accesorio.

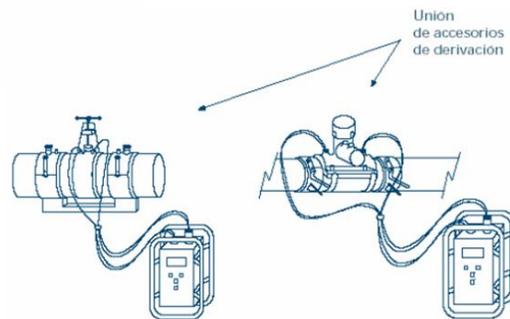


Figura No. 5 Equipo de Electrofusión.

## **TERMOFUSIÓN.**

Es la unión de dos tubos mediante la aplicación, por medios externos de calor y presión. Los dos tubos deben de ser del mismo diámetro y espesor, se pone una placa calefactora que hace una soldadura a tope y la misma maquina termofusionadora se encarga de ejercerle la presión y el tiempo automático para que la soldadura a tope sea perfecta.

Soldadura a Tope



Figura No. 6 Soldadura a Tope

## **RELLENO DE CEPAS.**

Previamente a la ejecución de un relleno, la excavación y el material de relleno deben estar libres de materias orgánicas, fragmentos de roca, piedras u otros, para su ejecución de relleno y su compactación.

Cuando el fondo de la excavación no ofrezca las condiciones necesarias para colocar al ducto totalmente asentado y mantenerlo en posición estable, se debe construir una cama o plantilla del material y espesor que señale el proyecto.

Una vez que el ducto este alojado en su posición en la zanja, se debe proceder a rellenar con un colchón de material granulado No. 5 alrededor y hasta 15 cm contados a partir del lomo superior del ducto, compactando este material hasta que resulte practico; posteriormente se debe apisonar con los espesores del material y se procede a verter el relleno fluido que es un concreto pobre en 35 cm y al final se coloca 10 cm de asfalto.

A una profundidad de 30 cm del nivel de piso terminado (NPT) y durante la etapa

Del relleno de la cepa, debe colocarse una cinta de protección a todo lo largo del ducto. Dicha cinta debe ser de plástico color naranja con un ancho mínimo de 10 cm y con una indicación de “precaución tubería de gas natural, no excavar.

## **PRUEBA DE HERMETICIDAD.**

La Prueba de hermeticidad es el procedimiento utilizado para asegurar que un sistema de distribución o una parte de él, cumple con los requerimientos de estanquidad y resistencia mecánica definidos en el proyecto, de acuerdo con la presión de operación máxima.

La prueba de hermeticidad para la unión de un tramo nuevo con las tuberías existentes, o por reparaciones a las mismas, se podrá realizar a la presión de operación de la red con la unión descubierta y mediante la aplicación de jabonadura en la misma, en el caso del PE.

El fluido empleado para la realización de la prueba de resistencia y hermeticidad será aire libre de humedad o gas inerte como por ejemplo el nitrógeno, agua tratada de acuerdo a las recomendaciones de normas internacionales (B31.8 ASME), quedando bajo la responsiva del distribuidor el autorizar realizar estas pruebas a la presión de operación con gas natural.

El fluido de prueba será introducido a través de la toma de purga de una válvula de fin de línea, o a través de la llave de una de las acometidas. En el caso de tuberías de PE hasta 4 bares, de acuerdo a las buenas prácticas se realizarán PH menores a 1,500 mts de longitud.

Las pruebas de hermeticidad realizadas para cualquier elemento de conducción de gas, serán avaladas por una Unidad de Verificación (UV) acreditada por la Comisión Reguladora de Energía y atestiguadas por el supervisor de obra de la zona.

La UV es la persona física o moral acreditada en los términos de la legislación vigente, que mediante la constancia ocular, comprobación mediante muestreo, medición, pruebas o examen de documentos, realiza la evaluación del grado de cumplimiento o conformidad con las normas oficiales mexicanas u otras especificaciones, características o prescripciones para lo que fue acreditada por la autoridad competente.

Los equipos de medición y control para efectuar pruebas de hermeticidad son los siguientes:

- El registrador gráfico (Termomanómetro), de medición y control para tramos de red con soporte gráfico para poder registrar en soporte papel los valores de los parámetros de la prueba en continuo (presión y temperatura). (manómetro es solo de presión, termógrafo de temperatura y termomanómetro es de presión y temperatura)
- Manómetro es para tramos de red menores a 100 metros.

La presión de prueba en la tubería será la siguiente:

**RED DE POLIETILENO**

Presión de operación y diámetro	Pruebas a soldadura y/o conexiones	Fluido de prueba	Duración y presión de prueba	Instrumento
Para esta clasificación se debe cumplir con: - Menor o igual a 410 kPa - <u>Diámetro</u> igual o menor a 110 mm - Longitud igual o menor a 100 metros a tubería descubierta durante el tiempo de la prueba	Aplicación de jabonadura	agua, aire o gas inerte	1,5 veces la Presión de operación por el tiempo que dure la verificación de las soldaduras con jabonadura.	Manómetro de la red
Igual o menor a 410 kPa	Aplicación de jabonadura	Aire o gas inerte	24 hrs a 1,1 veces la presión de operación	Manómetro y Termógrafo
Mayor a 410 kPa e Igual o menor a 689 kPa	Aplicación de jabonadura	agua, aire o gas inerte	Con agua, 24 hrs a 1,5 veces la presión de operación; Con aire o gas inerte, 24 hrs a 1,1 veces la presión de operación.	Manómetro y Termógrafo

Tabla No. 7 Red de PE.

La prueba de hermeticidad está avalada por la UV en un dictamen totalmente legal para poder ser programada a la puesta en servicio o puesta en gas.

#### IV. NORMATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REDES Y ACOMETIDAS.

NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2002, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos (cancela y sustituye a la NOM-003-SECRE-1997, Distribución de gas natural).

Esta Norma establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural y gas Licuado de Petróleo por medio de ductos.

Esta Norma es aplicable al diseño, construcción, pruebas, inspección, operación y mantenimiento de los sistemas de distribución de gas natural y de gas LP por medio de ductos (en lo sucesivo gas), desde el punto de entrega del proveedor o transportista hasta el punto de recepción del usuario final.

Tubería de polietileno.

Los tubos de polietileno que se utilicen para la conducción de gas deben cumplir con la Norma Mexicana NMX-E-043-2002, cuando se utilice tubería de polietileno para la conducción de gas, la máxima presión de operación de la tubería debe ser igual o menor a la presión de diseño, la cual se determina con alguna de las fórmulas siguientes:

$$P = 2Sh * \left( \frac{t}{(D - t)} \right) * 0.32$$

ó

$$P = 2Sh * \left( \frac{t}{(SDR - 1)} \right) * 0.32$$

Donde:

P presión manométrica de diseño en kPa;

Sh resistencia hidrostática a largo plazo en kPa, determinada a una temperatura de 296 K; 311 K; 322

K o 333 K. Para gas LP se debe aplicar el valor determinado a 333 K;

t espesor de la tubería en milímetros, y

D diámetro exterior de la tubería en milímetros.

SDR relación del diámetro exterior promedio especificado entre el espesor de pared mínimo especificado.

Limitaciones de diseño de la tubería de polietileno:

a) La presión de diseño no debe exceder la presión manométrica de 689 kPa, y

b) No se debe usar tubería de polietileno cuando la temperatura de operación del material sea menor de 244 K, o mayor que la temperatura a la cual se determinó el valor resistencia hidrostática a largo plazo (Sh) que se aplicó en la fórmula para calcular la presión de diseño. En ningún caso puede exceder 333 K.

c) El espesor de pared de los tubos de polietileno no debe ser menor de 1,57 mm.

### 3.2. Construcción de la red de Distribución.

Obra Civil.

La red de distribución se debe construir enterrada en las profundidades establecidas en la tabla siguiente:

Ubicación	Excavación normal (cm)	Excavación en roca (cm)
En general		
-Tubería hasta 508 mm (20 pulg) de diámetro	60	45
-Tubería > 508 mm (20 pulg) de diámetro	75	60
En derechos de vía, de carreteras o ferrocarriles	75	60
Cruzamientos de carreteras	120	90
Cruzamientos de ferrocarriles (ver 8.1.2):		
-Tubería encamisada	120	120
-Tubería sin encamisar	200	200
Cruces de vías de agua	120	60
Bajo canales de drenaje o irrigación	75	60

Tabla No. 8 Profundidades en la obra civil.

En el caso de cruzamientos de ferrocarril, carreteras u obras especiales, la instalación de las tuberías se debe sujetar a las normas oficiales mexicanas o, en ausencia de éstas, a las especificaciones técnicas aplicables que haya emitido la autoridad competente. Cuando no existan tales especificaciones, se deberá cumplir con las prácticas internacionalmente reconocidas.

Separación de tuberías.

Las tuberías principales y ramales de distribución deben estar separadas como mínimo a 30(treinta) centímetros del límite de propiedad. Para tuberías mayores de 254 mm, la distancia debe ser 50 (cincuenta) centímetros.

La separación mínima entre la tubería y otras estructuras subterráneas paralelas o cruzadas, debe ser de 30 (treinta) centímetros como mínimo para prevenir daños en ambas estructuras. En el caso de estructuras preexistentes a las tuberías de gas, o cuando no sea posible conservar dicha separación entre la tubería y otras estructuras subterráneas, o bien cuando la experiencia y las prácticas prudentes de ingeniería aconsejen un incremento cauteloso de la protección entre las tuberías y conductos subterráneos, deberán instalarse conductos, divisiones o protecciones constituidas por materiales de adecuadas características térmicas, dieléctricas e impermeabilizantes que brinden la protección más viable y segura.

En último caso, las partes podrán solicitar la intervención de las autoridades competentes para determinar la solución más factible.

Para tuberías de polietileno, la separación mínima debe ser suficiente para mantener la temperatura de operación de dicha tubería dentro del límite permitido, en caso de que la otra estructura emita calor (ductos con conductores eléctricos, vapor y agua caliente). En particular, se deben tomar precauciones para aislar la tubería de gas de cualquier fuente de calor a través del método que resulte más idóneo en función del riesgo que represente la instalación. En el caso de estructuras preexistentes a las tuberías de polietileno, se debe observar lo establecido en el inciso anterior.

Procedimiento.

El distribuidor es responsable de aplicar el método adecuado para enterrar la tubería cumpliendo con todas las medidas de seguridad requeridas por esta norma y por las autoridades competentes.

Antes de iniciar las obras de construcción de la red, el distribuidor se debe

comunicar con la autoridad local competente, con el objeto de obtener el permiso aplicable e información relativa a la localización de otros servicios públicos y anticipar la ruta de las tuberías de gas con el objeto de minimizar la afectación de esos servicios y, en su caso, contactar a las compañías responsables de proveer dichos servicios para disponer de la información de los servicios existentes.

Si durante la excavación para el tendido de la tubería del sistema de distribución se encuentran en el subsuelo derrames de combustibles líquidos, por ejemplo, gasolina, diesel, etc., o concentración de sus vapores, el distribuidor debe dar aviso a la autoridad competente antes de continuar con los trabajos de construcción.

Excavación de zanjas.

La excavación de la zanja que aloja la tubería principal de distribución y sus ramales, debe cumplir con los requerimientos de ancho, profundidad y separación de la tubería para su debida instalación.

Antes de colocar la tubería en la zanja, ésta debe estar limpia, libre de basura, escombros, materiales rocosos o cortantes que pudieran ocasionar daños a las tuberías.

La superficie del fondo de la zanja se debe emparejar y afinar de tal manera que permita un apoyo uniforme de la tubería.

El distribuidor es responsable de aplicar el método adecuado para rellenar las zanjas y proteger la tubería contra daños mecánicos, para que el nivel de piso original permanezca sin alteración. En caso de suelo rocoso, la zanja se debe rellenar inicialmente con una capa de 10 cm de cualquiera de los materiales siguientes:

- a) Material producto de la excavación; éste debe estar limpio, libre de basura, escombros, materiales rocosos o cortantes que pudieran ocasionar daños a las tuberías, o
- b) Material procedente de banco de materiales como arena, tierra fina o cualquier otro material similar que proteja la tubería.

Reparación de pisos terminados.

Los pisos terminados tales como pavimento asfáltico, concreto hidráulico, empedrados, adoquinados, banquetas, guarniciones y andadores, que hayan sido afectados por las actividades realizadas para enterrar la tubería,

se deben reparar de manera que el piso reparado tenga la misma apariencia y propiedades que tenía el piso original.

Obra Mecánica.

Instalación de tubería de polietileno.

Generalidades.

Se debe utilizar la tubería de polietileno de acuerdo con la NMX-E-043-2002. En el lugar de trabajo, cada rollo o tramo de tubería de polietileno se debe revisar visualmente para verificar que no tenga defectos que puedan afectar sus propiedades funcionales, la tubería se debe revisar antes de bajarla a la zanja para su instalación final.

La tubería de polietileno debe de estar enterrada o protegida de los rayos ultravioleta y daños mecánicos, durante el almacenamiento e instalación.

Daños, defectos o reparaciones. Las tuberías que presenten hendiduras o rayones mayores del 10% del espesor de pared o cualquier otro daño deben ser reparadas eliminando la parte dañada.

Uniones.

Conexiones de polietileno. Los procedimientos que se deben utilizar para efectuar las uniones de la tubería de polietileno con las conexiones son termo fusión, electro fusión o medios mecánicos. No se debe unir tubería de polietileno por medio de uniones roscadas o fusión por flama abierta. Las uniones en tuberías de polietileno deben resistir las fuerzas longitudinales causadas por la contracción de las tuberías o por tensión provocada por cargas externas.

Cuando se realicen trabajos de fusión en condiciones climatológicas adversas tales como lluvia, tolvanera o tormenta de arena, se deben utilizar cubiertas o medios de protección adecuados. En la electro fusión se pueden soldar dos SDR diferentes o dos resinas diferentes.

En la termo fusión no se pueden soldar dos SDR diferentes o dos resinas diferentes.

Debe estar disponible una copia de los procedimientos para realizar las uniones en tuberías de polietileno para las personas que las efectúan e inspeccionan.

Capacitación. El personal que realice uniones en tuberías y conexiones de

polietileno debe demostrar su capacidad y experiencia en este campo en conformidad con prácticas internacionalmente reconocidas.

Recalificación. Un técnico soldador de tubería y conexiones de polietileno se debe recalificar si:

- a) No ha realizado ninguna unión en los seis meses anteriores;
- b) Tiene tres fallas consecutivas que resulten inaceptables, y
- c) Cuando termine la vigencia de su certificado.

Tomas de servicio.

Las tomas de servicio se deben conectar en la parte superior o a un costado de la tubería del ramal de suministro, pero nunca en la parte inferior.

Las tomas de servicio se deben instalar enterradas a 60 cm de profundidad como mínimo en propiedad privada y banquetas. Cuando esto no sea posible, la toma de servicio se debe proteger mediante una camisa resistente a las cargas externas previstas.

No se permite la instalación de tomas de servicio que pasen por debajo de una construcción.

La salida de la toma de servicio debe quedar en un lugar determinado por el distribuidor de manera que los equipos de medición, regulación y corte sean accesibles para el distribuidor.

Cuando una toma de servicio no quede conectada a la instalación de aprovechamiento se debe colocar en su extremo una válvula con un tapón hermético que no dañe la tubería al colocarlo ni al quitarlo.

Las tomas de servicio pueden ser de tubería de acero, cobre rígido o polietileno.

Las tomas de servicio de polietileno deben cumplir con lo siguiente:

- a) Se deben conectar al ramal de suministro mediante una junta mecánica diseñada e instalada para soportar los esfuerzos causados por la contracción y expansión de la tubería y por cargas externas.
- b) Se debe proteger del esfuerzo cortante causado por asentamiento del suelo.

c) Para conectarse a la estación de medición y regulación del usuario arriba de la superficie del suelo, se debe cambiar por tubería metálica o protegerla la tubería de polietileno contra daños mecánicos y rayos ultravioleta con una camisa desde su nivel enterrado hasta la conexión con la estación de medición y regulación.

Las tomas de servicio para edificios con múltiple de medición en azoteas deben cumplir con lo siguiente:

a) Se puede usar tubería de acero y/o de cobre adosada en forma visible a las paredes del edificio en posición vertical y horizontal. No se permite la instalación de tomas de servicio ocultas en las paredes ni que pasen por debajo ni por el interior de edificios.

b) Las tuberías verticales que salen del piso deben ser de acero o de cobre protegido contra daños mecánicos al menos 2 metros sobre el nivel del piso.

c) Deben tener una válvula de corte a la entrada del gas junto al edificio dentro de un registro enterrado o en la tubería vertical a una altura máxima de 1,8 metros del nivel de piso.

d) Las tuberías verticales se deben sujetar con abrazaderas con material aislante, espaciadas como máximo a 3 metros.

Inspección y pruebas.

Inspección.

Se debe realizar una inspección visual durante el desarrollo de los trabajos en todos los frentes, como son: excavación, alineado y soldado, recubrimiento y bajado y relleno de zanja de acuerdo a los procedimientos y a la normatividad existente. Esta inspección la debe realizar el personal calificado del distribuidor. El personal calificado del distribuidor debe ordenar la corrección y reparación de las anomalías encontradas durante esta inspección.

Las pruebas no destructivas para comprobar la integridad de una soldadura se deben realizar por métodos radiográficos, que muestren los defectos que puedan afectar dicha integridad. En casos especiales se podrán utilizar otros métodos no destructivos tales como: partículas magnéticas, ultrasonido y líquidos penetrantes.

Cuando se requieran pruebas no destructivas de las uniones soldadas durante el día, el supervisor de la obra seleccionará, aleatoriamente, un

porcentaje de las soldaduras que se deben probar, de acuerdo a lo siguiente:

- a) En clase de localización 1 por lo menos el 10%;
- b) En clase de localización 2 por lo menos el 15%;
- c) En clases de localización 3 por lo menos el 40%;
- d) En clases de localización 4 el 75%;
- e) En cruces con ferrocarriles, carreteras, cuerpos de agua e instalaciones superficiales el 100%, y
- f) Todo lo anterior aplica para tuberías de diámetro mayor a 50 mm.

Una soldadura se aprueba cuando ha sido inspeccionada visualmente o probada de manera no destructiva, por personal calificado, de acuerdo a la normatividad aplicable.

Prueba de hermeticidad.

Generalidades.

- a) Toda tubería que conduzca gas debe ser objeto de una prueba de hermeticidad antes de ser puesta en servicio, dicha prueba debe ser realizada por personal capacitado;
- b) Para efectuar las pruebas de hermeticidad se debe utilizar agua, aire o gas inerte. Sólo el distribuidor puede autorizar a realizar estas pruebas a la presión de operación con gas natural. Se prohíbe el uso de oxígeno como elemento de prueba;
- c) La prueba de hermeticidad para la unión de conexiones a las ampliaciones del sistema con las tuberías existentes o por reparaciones a las mismas, se podrá probar a la presión de operación con la unión descubierta y mediante la aplicación de jabonadura en la misma, y
- d) El extremo de la toma de servicio debe quedar obturado por medio de una brida ciega o tapón roscado para efectuar la prueba de hermeticidad.

Se debe de llevar un registro de las pruebas de hermeticidad realizadas, con el objeto de dejar constancia escrita de las mismas con ayuda de los registradores gráficos adecuados de presión y temperatura.

Los equipos utilizados para determinar la variación de la presión y temperatura deben tener un certificado de calibración vigente para la prueba.

Al término de la prueba no debe existir cambio en la presión, por lo que se considera que la instalación es hermética. La variación de presión admisible es la atribuible a una variación en temperatura al cerrar la gráfica, esta variación debe demostrarse mediante el cálculo matemático correspondiente. En caso contrario, el sistema se debe revisar hasta eliminar las fugas repitiendo la prueba hasta lograr la hermeticidad del mismo.

La gráfica debe ser firmada por el representante del Distribuidor, el representante de la constructora y la Unidad de Verificación, al reverso de la misma se debe indicar, el resultado, hora y la fecha en que se realizó la prueba, así como la identificación del tramo de línea y material o sistema de distribución probado.

Para tomas de servicio residencial en cobre, acero o polietileno, la prueba de hermeticidad puede no ser avalada por la Unidad de Verificación.

Las pruebas se harán en las condiciones siguientes:

Presión de operación y diámetro	Pruebas a soldadura y/o conexiones	Fluido de prueba	Duración y presión de prueba	Instrumento
Para esta clasificación se debe cumplir con: - Menor o igual a 410 kPa - Diámetro igual o menor a 110 mm	Aplicación de jabonadura	10.6.1, inciso b) de la NOM-003-SECRE	1,5 veces la Presión de operación por el tiempo que dure  la verificación de las soldaduras con jabonadura.	Manómetro de la red

- Longitud igual o menor a 100 metros a tubería descubierta durante el tiempo de la prueba				
Igual o menor a 410 kPa.	Aplicación de jabonadura.	Aire o gas inerte	24 hrs a 1,1 veces la presión de operación.	Manómetro y Termómetro.
Mayor a 410 kPa e Igual o menor a 689 kPa.	Aplicación de jabonadura.	10.6.1, inciso b) NOM-003-SECRE	Con agua, 24 hrs a 1,5 veces la presión de operación;  Con aire o gas inerte, 24 hrs a 1,1 veces la presión de operación.	Manómetro y Termómetro.

Tabla No. 9 Prueba de hermeticidad para tubería de PE.

Puesta en servicio.

Antes de iniciar la operación del sistema de distribución, o de cualquier ampliación, extensión o modificación del sistema, se deberá:

1. Dictaminar el sistema de distribución, ampliación, extensión o modificación de la sección correspondiente por una Unidad de Verificación.
2. Entregar el dictamen, dado por la Unidad de Verificación.

Verificación anual. El permisionario debe presentar anualmente ante la Comisión un dictamen de una Unidad de Verificación que compruebe el cumplimiento de esta norma en lo relativo a la operación, mantenimiento y seguridad. Asimismo debe integrar los dictámenes de las ampliaciones,

extensiones, o modificaciones del sistema de acuerdo con lo establecido en la norma.

**V. SISTEMA CONSTRUCTIVO PARA UN PROYECTO DE  
TRANSPORTE Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL  
EN VÍA PÚBLICA DELEGACIÓN COYOACÁN.**

PROYECTO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN VÍA  
PÚBLICA.

“DEL CARMEN FASE 1”

DELEGACIÓN “COYOACÁN”

## **CONTENIDO**

- 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**
- 2. MEMORIA DE CÁLCULO.**
- 3. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.**
- 4. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.**
- 5. PROGRAMA DE OBRA.**
- 6. PLANOS DEL PROYECTO.**

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El Proyecto denominado “**DEL CARMEN FASE 1**”, consiste en suministrar gas natural a los predios de la colonia DEL CARMEN ubicada dentro del cuadrante delimitado al Oeste por la Calle Matamoros, al Este por la Calle Allende, al Sur por la Calle Malintzin y al Norte con Calle Bruno Traven en la Delegación Coyoacán, en el D.F.

Para esta propuesta se tiene considerado una conexión a la red existente en Pe de 200mm de diámetro, ubicada sobre la Av. Rio Churubusco esquina con la Av. México Coyoacán, esta conexión será con tubería de Pe de 160mm de diámetro y discurrirá a lo largo de la Calle Centenario, en dirección Sur.

Para el desarrollo de este proyecto se tendrán **6364.14 ml de tubería de polietileno de diferentes diámetros** (con un ancho de cepa de 15 y 20 cm) en total sobre vía pública; desglosada de la siguiente manera:

- **604.60 ml de tubería de polietileno de 160mm de diámetro, tendrá un ancho de cepa de 0.20m y una profundidad de 0.86m.**
- **4,704.54 ml de tubería de polietileno de 63mm de diámetro, tendrá un ancho de cepa de 0.15m y una profundidad de 0.76m.**
- **960.00 ml correspondientes a 120 acometidas de 63mm de diámetro.**
- **95.00 ml correspondiente a un cruce direccional**

La siguiente tabla contiene la relación de calles;

CALLES DEL PROYECTO	LONGITUD EN MTS	DIÁMETRO EN MILIMETROS
Calle de Bruselas	462.68	63
Calle Madrid	564.63	63
Calle Viena	511.02	63
Calle Berlin	428.63	63
Calle Londres	337.00	63
Calle Paris	284.72	63
Calle Xicotencatl	169.44	63
Calle Matamoros	207.00	63
Calle Francisco Javier Mina	457.77	63
Calle Guerrero	683.63	63
Calle Aldama	598.02	63
Calle Centenario	574.84	160
Calle Xicotencatl	29.76	160
Cruce direccional ( Av. Rio Churubusco y Calle Centenario)	95.00	160
Se pretende construir 120 acometidas	960.00	20, 32 Y 63
<b>TOTAL PE 63MM</b>	<b>4704.54</b>	<b>63</b>
<b>TOTAL PE 160MM</b>	<b>699.60</b>	<b>160</b>
<b>TOTAL RED Y ACOMETIDAS</b>	<b>6364.14</b>	

Tabla No. 10 Calles del proyecto.

**Estos diámetros son de polietileno SDR-11 media densidad PE-2406.**

La red se diseño para una presión media, esto es con una presión máxima de  $2.00\text{kg/cm}^2$  (2.0Bar) con tubería de polietileno y velocidades no mayores de 20 m/s, la presión mínima considerada como suministro al usuario antes del regulador es de  $1.0\text{ kg/cm}^2$  (1.0Bar). Para el diseño y dimensionamiento de la tubería además de cumplir la Norma Oficial Mexicana **NOM-003-SECRE-2002**, se han tomado todas las consideraciones necesarias para determinar el adecuado diámetro de la tubería tanto para el servicio actual como el proyecto futuro.

## 2.- MEMORIA DE CÁLCULO.

Delegación: COYOACAN

### Relación de Calles

CALLES DEL PROYECTO	LONGITUD EN MTS	DIÁMETRO EN MILIMETROS	ANCHO DE ZANJA EN MTS	PROFUNDIDAD (m)	VOLUMEN (m3)
Calle de Bruselas	462.68	63	0.15	0.76	52.75
Calle Madrid	564.63	63	0.15	0.76	64.37
Calle Viena	511.02	63	0.15	0.76	58.26
Calle Berlin	428.63	63	0.15	0.76	48.86
Calle Londres	337.00	63	0.15	0.76	38.42
Calle Paris	284.72	63	0.15	0.76	32.46
Calle Xicotencatl	169.44	63	0.15	0.76	19.32
Calle Matamoros	207.00	63	0.15	0.76	23.60
Calle Francisco Javier Mina	457.77	63	0.15	0.76	52.19
Calle Guerrero	683.63	63	0.15	0.76	77.93
Calle Aldama	598.02	63	0.15	0.76	68.17
Calle Centenario	574.84	160	0.20	0.86	98.87
Calle Xicotencatl	29.76	160	0.20	0.86	5.12
Cruce direccional ( Av. Rio Churubusco y Calle Centenario)	95.00	160			
Se pretende construir 120 acometidas	960.00	20, 32 Y 63	0.15	0.76	109.44
<b>TOTAL PE 63MM</b>	<b>4704.54</b>	<b>63</b>			
<b>TOTAL PE 160MM</b>	<b>699.60</b>	<b>160</b>			
<b>TOTAL RED Y ACOMETIDAS</b>	<b>6364.14</b>				<b>749.75</b>

Tabla No. 11 Memoria de cálculo.

En la Tabla No. 11 se explica dentro de la memoria de cálculo el diámetro en milímetros, el ancho de zanja en metros, la profundidad en metros y el volumen en m3.

### **3.-ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES UTILIZADOS.**

Los siguientes materiales serán utilizados de acuerdo a la normatividad indicada y sujetándose a los criterios de calidad y funcionamiento requeridos por el procedimiento constructivo.

#### **Tubo de polietileno:**

- SDR 11.0 polietileno de densidad media 2406, de acuerdo a la norma ASTM-D 2513.

#### **Conexiones de polietileno:**

- Deben cumplir en general con la norma ASTM-D-2513.

#### **Para fusión a tope:**

- En diámetros de 50.8 mm (2") y más grandes, de acuerdo a la norma ASTM-D-3261.

#### **Para fusión por embutido (enchufe):**

- En diámetros de 25.4 mm (1") y menores de acuerdo a la norma ASTM-D-2683.

#### **4.- ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN.**

- 1) REQUISITOS DE EJECUCIÓN.**
- 2) TRAZO Y NIVELACIÓN.**
- 3) PROTECCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.**
- 4) EXCAVACIÓN.**
- 5) TENDIDO, FUSION Y BAJADO EN TUBERÍAS DE POLIETILENO.**
- 6) PRUEBAS DE HERMETICIDAD.**
- 7) RELLENO DE CEPAS.**
- 8) REPOSICIÓN DE PAVIMENTO.**
- 9) REPOSICIÓN DE BANQUETAS, GUARNICIONES Y ANDADORES.**
- 10) OBRAS COMPLEMENTARIAS.**
  - 12.1 REGISTROS DE VALVULAS.
  - 12.2 ESTACIONES DE REGULACION.
- 11) LIMPIEZA DE LA OBRA.**
- 12) PLANOS DEFINITIVOS. (AS BUILT)**

## 1) REQUISITOS DE EJECUCIÓN.

- 1.1 la seguridad es prioritaria por lo que al iniciar una obra deben tomarse todas las precauciones necesarias para la máxima seguridad a peatones y trabajadores en las zonas donde se llevarán a cabo las obras motivo de este contrato, para lo cual deben colocarse señales de tipo adecuado en los lugares que lo ameriten y en la proximidad de ellos, así como las instalaciones necesarias para su integridad física y de salud.
- 1.2 El contratista al que se le asigne la obra deberá cumplir con estas especificaciones y con lo que indican las NOM-002-SECRE-2002 y NOM-003-SECRE-2002 y las reglamentaciones gubernamentales existentes en la zona geográfica del Distrito Federal; en caso de discrepancias decidirá lo concerniente.
- 1.3 Previamente al inicio de los trabajos, el Contratista debe verificar que se cuente con los permisos necesarios como lo demanden los ordenamientos del Gobierno del Distrito Federal.
- 1.4 En todos los casos, antes de iniciar una obra o instalación, debe limpiarse la zona para que el área de trabajo quede libre de desperdicios, tierra, vegetal o cualquier tipo de basura, y en disposición de efectuar los trabajos requeridos
- 1.5 Deben tomarse en cuenta las condiciones de la zona en cuanto a instalaciones existentes y construcciones cercanas susceptibles de daños con el objeto de no perjudicar a terceros ni la obra en sí, para lo cual, el contratista realizará revisiones periódicas que anotará en la bitácora durante el proceso de la obra.
- 1.6 Al ejecutarse las excavaciones, deben conservarse y protegerse los árboles, postes, estructuras superficiales y las propiedades adyacentes. Cualquier daño que presenten será de exclusiva responsabilidad del Contratista.

- 1.7 El equipo y maquinaria de construcción que se utilice en los diferentes tipos de obra, debe estar en las condiciones de operación y seguridad especificadas por el fabricante. Es facultad de MetroGas retirar en cualquier momento el equipo que no cumpla estas condiciones.
- 1.8 Todos los materiales que se utilicen en los distintos tipos de obra, deben satisfacer la calidad solicitada y los requisitos mínimos indicados en las “Especificaciones de materiales” del proyecto. MetroGas se reserva la facultad de rechazar el material que no cumpla con lo anterior.
- 1.9 El contratista tiene la obligación de mantener limpias y ordenadas las zonas de trabajo, así como las áreas adyacentes a la obra. Así mismo deberá permitir el tránsito durante y después de las horas de trabajo, a menos que el trabajo lo requiera y lo apruebe. Para la entrega final el Contratista deberá establecer una limpieza general que muestre la obra con buen aspecto, de lo contrario ordenará a quien juzgue pertinente que efectúe dichos trabajos de limpieza por cuenta del Contratista.

## **2) TRAZO Y NIVELACIÓN.**

- 2.1 Los trazos y nivelaciones, podrán ejecutarse por cualquier método que sea necesario para obtener la precisión indicada en el proyecto según el caso, y la correcta ejecución de los trabajos.
- 2.2 Los trazos de los ejes de las instalaciones superficiales, deben estar sobre el terreno de acuerdo con los planos del proyecto. Su ubicación estará referida a los linderos de terreno, construcciones ya existentes o mojoneras reconocidas.

## **3) PROTECCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.**

3.1 Antes de iniciar la excavación el área de trabajo debe ser protegida adecuadamente para minimizar la posibilidad de accidentes y lesiones al público y trabajadores. El uso apropiado y oportuno de señalamientos de precaución, luces, barricadas y conos para el tráfico tal como se describe en este apartado, es obligatorio.

3.2 Para la obtención de una protección adecuada deben tomarse en cuenta las consideraciones generales siguientes.

a) Disponer el equipo de tal manera que cause la mínima obstrucción al flujo del tráfico y provea la máxima seguridad al empleado y al público. Mantenga las herramientas, equipo de trabajo y materiales dentro del área de protección.

b) Colocar el equipo de protección antes de iniciar el trabajo y quitarlo inmediatamente después de que se haya terminado el trabajo.

c) Utilizar los bandereros necesarios equipados con chalecos anaranjados usando también banderas naranjas de alta visibilidad como se describen en el “Manual de Imagen para la Construcción en la Vía Pública”; para guiar el tráfico mientras se instala, durante el trabajo o al quitar el equipo en el área de trabajo.

d) La rutina del trabajo se debe programar para evitar las horas de tráfico intenso en áreas de congestión.

e) Colocar pantallas alrededor de los martillos neumáticos o de las operaciones de soldadura para proteger al público de las partículas voladoras o quemaduras por radiación.

3.3 Señalamientos.

Los señalamientos usados en la protección del área de trabajo son de dos tipos: señalamientos de advertencia y señalamientos de guía, Deben ser visibles todo el tiempo que dure la obra.

3.3.1 En los señalamientos de advertencia deben usarse cintas de plástico reflejantes color naranja con un ancho mínimo de 15 centímetros y con una leyenda “Precaución-Zanja abierta”. Deben instalarse al menos 2 cintas de advertencia a una altura de 50 y 100 centímetros del piso, debidamente fijados por postes provisionales, de tal manera que rodeen y limiten toda el área de trabajo.

3.3.2 Los señalamientos de guía deben ser colocados a tal distancia que el vehículo pueda ajustar su velocidad o cambiar de carril.

3.3.3 En lugares donde las velocidades máximas no excedan los 40 km. /hora la distancia de colocación segura debe ser mayor de 15 metros de la obra. En supercarreteras o calles donde la velocidad alcanza los 90 km. /hora los señalamientos deberán iniciar a 90 metros de la obra y así consecuentemente.

#### 3.4 Luces.

Cuando la claridad y distancia para la visión son reducidas se debe colocar iluminación adecuada que llame la atención e indique la localización real de las obstrucciones y peligros. Las luces serán intermitentes y de color amarillo, y deben ser revisadas diariamente para asegurar su funcionamiento.

#### 3.5 Barricadas.

Las barricadas móviles son tipo “burro”, las cuales son rígidas de tijera o desarmables. El riel superior de la barricada tipo “burro” debe tener franjas visibles de color anaranjado y negro. Las barricadas no deben ser diseñadas con mucho reforzamiento y serán colocadas de tal manera que el tráfico sea desviado alrededor del área de trabajo.

### 3.6 Conos

Cuando el volumen de tráfico, la velocidad y visibilidad son tales que las barricadas no son requeridas se pueden utilizar de manera efectiva los conos para delimitar el área de trabajo e inducir el tráfico.

Los conos deben ser de 65 a 80 cm. de altura con base ensanchada ya sea de hule u otro material que resista el impacto sin dañarse. El color utilizado es el naranja.

- 3.7 La empresa Contratista de la obra debe ser la responsable de colocar, conservar y retirar los dispositivos de control de tránsito durante la ejecución de los trabajos. Esto lo efectuará de acuerdo a las figuras que se anexan como ejemplo.

## 4) **EXCAVACIÓN.**

- 4.1 El eje de las excavaciones debe quedar alineado siguiendo el trazo señalado en los planos respectivos.

- 4.2 Para proceder a los cortes, el ancho de la zanja debe marcarse en el terreno.

- 4.3 Los cortes de pavimento en asfalto o concreto deben efectuarse con equipo mecánico y retirar el producto del área antes de proceder a la excavación.

- 4.4 La excavación puede ejecutarse manualmente o por medios mecánicos, de acuerdo a la naturaleza del material y del frente de ataque.

- 4.5 Para la ejecución de la excavación se debe tomar en cuenta las condiciones de la zona en cuanto a instalaciones subterráneas existentes y construcciones cercanas, con el objeto de no causar daños a estas. Al respecto la empresa entregará al Contratista la información correspondiente a la localización en trazo y profundidad

de las mencionadas instalaciones y los que haya en proyecto, coordinando la separación necesaria con el fin de cuidar interferencias en el proceso de la obra.

- 4.6 Cuando durante el transcurso de las excavaciones se encuentre alguna interferencia o sea necesario hacer exploraciones previas (calas), para determinar la localización de interferencias, el Contratista lo notificará a la empresa quien tomará la decisión correspondiente.
- 4.7 Cuando sea necesario cruzar una instalación de servicio existente la distancia de separación mínima entre la tubería y las otras instalaciones debe ser de 30 cms. En caso de no ser factible esto, la empresa indicará lo procedente.
- 4.8 Si por alguna de las circunstancias mencionadas anteriormente en 4.6 y 4.7 se modifica el trazo del proyecto, debe asentarse en la “bitácora” de la obra con un croquis que indique la longitud, profundidad y dirección del trazo modificado, referenciado a instalaciones fijas cercanas, con el objeto de pasarlo a planos definitivos (As Built) una vez terminada la obra.
- 4.9 Cuando el tipo de suelo y/o la profundidad sea tal que no permita paredes verticales en la excavación, se pueden formar taludes o ademar según se requiera.
- 4.10 Cuando la excavación en cepas se ejecute en terreno rocoso, en arcilla compactada o piedras angulares que impidan el apoyo uniforme de la tubería en el fondo de la cepa, se debe colocar una plantilla de arena con un espesor suficiente que cubra estas imperfecciones.
- 4.11 Cuando el material se encuentre saturado, se deben formar en el fondo de la cepa, drenes y cárcamos para bombear el agua a la superficie del terreno.
- 4.12 El producto de la excavación se debe depositar a un costado de la cepa con una separación mínima de 60 centímetros de la misma,

dejando libre el lado contrario para las maniobras de tendido de la tubería.

**4.13 Para las excavaciones de cepa en materiales rocosos no se autorizará el uso de explosivos y en caso de requerirse rompedoras neumáticas, solo se permitirá el uso de compresores silenciosos.**

4.14 La cepa debe conservarse libre de azolves y otros materiales producto de la excavación y el fondo debe quedar perfectamente limpio y afinado previo al bajado de la tubería.

4.15 Las cepas excavadas para tubería de polietileno con diámetro menor a 152 mm. ( 6" ) en una vía pública no deben abrirse en una longitud mayor de 200 metros si así lo permite el tipo de terreno o en la distancia comprendida entre dos calles transversales, adelante del extremo del frente instalado de la tubería. En campo abierto esta longitud puede incrementarse hasta 500 metros si así lo permite el tipo de suelo.

Para tubería de polietileno con diámetro mayor a 152 mm. (6"), así como para cualquier diámetro de tubería de acero el tramo máximo será de 100 metros. Queda a juicio de la empresa el aplicar límites mayores a los anteriores.

4.16 En el caso de excavaciones en vía pública para alojar tuberías, no se permitirá abrir nueva zanja en tanto no se hayan bajado las tuberías y rellenado completamente. Este trabajo debe realizarse en el transcurso de la jornada de trabajo.

4.17 El material producto de la excavación que puede utilizarse posteriormente en el relleno de cepas será exclusivamente clase 1. El material clase 2 será decisión de la empresa si es utilizable y el clase 3 debe retirarse inmediatamente del lugar de trabajo.

4.18 Las cepas se protegerán con barreras, barandales, cintas de advertencia, Ho señales para desviar el tráfico y para resguardar la seguridad de los peatones.

- 4.19 En las cepas abiertas donde sea necesario el tránsito vehicular y peatonal, el Contratista debe proporcionar planchas de acero que garanticen las condiciones de seguridad.
- 4.20 El Contratista debe proteger el material producto de la excavación depositada a un costado de la zanja cuando se presenten días con viento o lluvia, que puedan provocar daños a terceros y a instalaciones adyacentes.
- 1.21 El Contratista no debe dejar zanjas abiertas en la noche. La excepción a esta regla será decisión de la empresa a solicitud expresa y plenamente justificativa del Contratista, a reserva de dejar vigilancia y colocar señalamientos y luces como se indica en el capítulo de “Protección del Área de Trabajo”.

## **5) TENDIDO, FUSION Y BAJADO EN TUBERIA DE POLIETILENO.**

- 5.1 Se debe usar equipo apropiado para evitar daños en la carga, transporte y descarga de la tubería.
- 5.2 Las cadenas y cables usados en estas maniobras deben ser debidamente acojinados entre la cadena y la tubería, procurando que el apriete no aplaste los tubos.
- 5.3 Se debe evitar la instalación de tubos con imperfecciones tales como abolladuras, cortes, grietas profundas o agujeros, las cuales deben ser eliminadas.
- 5.4 Las uniones en la tubería de polietileno deben efectuarse por termo fusión y electro fusión, a juicio de lo que indique la empresa.
- 5.5 Para la ejecución de las uniones deben utilizarse herramientas y equipos adecuados y que sean los que el fabricante de la tubería especifique.
- 5.6 Los procedimientos de fusión (termo fusión o electro fusión) que emplee el Contratista deben ser también los indicados por el

fabricante de la tubería y conexiones empleadas, siempre y cuando cumplan con las normas NOM- 003-SECRE-1997 y ANSI/ASME B 31.8 en su última edición.

5.7 El personal que ejecute estos trabajos debe ser calificado y certificado para lo cual mostrará su credencial de no más de seis meses de emitida donde compruebe haber recibido entrenamiento de alguna certificadora o fabricante del producto.

En caso contrario el personal propuesto para estas actividades debe pasar las pruebas de uniones de muestreo en secciones de tubos y conexiones conforme al método de unión, las cuales deben pasar la inspección y pruebas siguientes.

a) Examinarse visualmente durante y después de la fusión. Verificar que tiene la misma apariencia que una unión (o una fotografía de una unión aceptable proporcionada por el fabricante de la tubería), realizada de acuerdo al método de unión seleccionado.

b) Inspeccionarse por ultrasonido y verificar que no contiene defectos (vapor o discontinuidades) que pudieran causar una falla.

c) Cortarse por lo menos en 3 tiras longitudinales, cada una de las cuales al ser examinada visualmente, no contenga vacíos o discontinuidades en el área de unión, y

d) Deformarse por flexión, torsión o impacto manual y si ocurre la falla, esta no debe incidir en el área de unión.

5.8 Cuando se realicen trabajos de termo fusión en condiciones climatológicas adversas, tales como lluvia, tolvana, o tormenta de arena, deben utilizarse cubiertas o medios de protección adecuada.

5.9 En línea de servicio la profundidad debe hacerse con una pendiente de 1% del lugar del medidor hacia la tubería principal, con objeto de prever la recolección de condensados.

- 5.10 Cuando se tiendan tuberías de polietileno hasta 2" D.N., estas deben desenrollarse en el fondo de la zanja de tal manera que en expansión o contracción no cause esfuerzos en la tubería por lo que es conveniente "serpentearla" dentro de la zanja y deben ser totalmente soportadas por la plantilla a lo largo de su longitud.
- 5.11 La tubería de 4" D.N. o mayor se debe colocar a un lado de la zanja con el objeto de ser fusionada por tramos antes de ser bajada al fondo de la misma para que quede en las condiciones mencionadas en el párrafo anterior. Este bajado debe efectuarse con cuidado de tal manera que la tubería no sufra en la curvatura y desde luego cuando las fusiones ya hayan terminado en forma total sus tiempos de enfriamiento.
- 5.12 Todo cambio de dirección de la tubería de polietileno debe tener un radio de curvatura mayor a 25 veces el diámetro exterior de la tubería. En caso de existir fusión en este tramo el radio debe ser mayor a 125 veces el diámetro exterior de la tubería.

En caso de no poder cumplirse estas condiciones deben instalarse codos de fábrica.

- 5.13 La distancia mínima entre la tubería de distribución con otras estructuras subterráneas debe ser de 30 centímetros.

- 5.14 Instalación de línea de servicio o acometidas.

- a) Durante el tendido de la tubería a las calles se deben instalar todas las derivaciones de líneas de servicio que se requieran (Tees, silletas, codos), con objeto de que toda la instalación quede terminada en el tramo correspondiente.
- b) El elevador que se coloque debe ser de tubería de acero antes de rebasar el nivel de piso terminado, a fin de resistir daños mecánicos y al medidor del usuario.

- c) La instalación de las tomas deben realizarse de tal forma que se minimicen los esfuerzos en las tuberías. Las tomas de servicio deben protegerse contra daños mecánicos generados por causas externas.
- d) El extremo de la toma de servicio debe quedar obturado por medio de una brida o tapón roscado para efectuar la prueba de hermeticidad.
- e) Una vez concluida la prueba de hermeticidad y desalojado el fluido con el que se realizó esta prueba, deben quedar los extremos de las tomas de servicio obturadas por medio de la reinstalación de las bridas o tapones roscados.

## **6) PRUEBAS DE HERMETICIDAD.**

- 8.1 6.1 La prueba de hermeticidad debe efectuarse en todas las tuberías del sistema de distribución.
- 6.2 Debe llevarse un registro de las pruebas de hermeticidad realizadas. Para dejar constancia escrita de las pruebas, se debe registrar la presión con un manómetro durante el tiempo que dure la prueba. Si al término de este plazo la gráfica cierra en el mismo punto en que inició, el sistema es hermético, En caso contrario, el sistema debe revisarse hasta eliminar las fugas, repitiendo la prueba hasta lograr la hermeticidad del sistema.
- 6.3 La gráfica de comprobación de hermeticidad del sistema debe ser firmada por el Contratista y el supervisor de la obra, indicando al reverso de la misma, los resultados, la fecha en que se realizó, así como el tramo de línea o sistema de distribución probado.

- 6.4 La prueba de hermeticidad para los sistemas cuya presión máxima de operación sea inferior a 4.22 kg. /cm<sup>2</sup> (60 psi), puede efectuarse con aire, gas natural o gas inerte a una presión de 6.33 kg. /cm<sup>2</sup> (90 psi) por un periodo de 24 horas.
- 6.5 La prueba de hermeticidad para los sistemas cuya presión máxima de operación sea superior a 4.22 kg. /cm<sup>2</sup> (60 psi), puede efectuarse con aire, gas natural, gas inerte o agua a una presión de 1.5 veces la presión de diseño del sistema, durante 24 horas continuas.
- 6.6 La prueba de hermeticidad para acometidas de servicio, debe efectuarse a una presión de 1.5 veces la presión de diseño, con una duración mínima de 30 minutos. Para esta prueba no se requerirá registro gráfico.
- 6.7 Cuando se prueben ramales con diámetro de 160 mm (6") o menor y con menos de 100 metros de longitud, la duración mínima de la prueba debe ser de 8 horas continuas.
- 6.8 El fluido con el que se probará el sistema debe ser aprobado previamente por la empresa.
- 6.9 En caso de prueba hidrostática, el Contratista debe desalojar toda el agua contenida en el interior de la tubería y la disposición de la misma debe ser en forma segura sin afectar a instalaciones adyacentes.

## **7) RELLENO DE CEPAS.**

- 7.1 Antes de proceder a la ejecución de cualquier relleno, se debe obtener la aprobación de la empresa; en caso contrario, éste puede ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él.
- 7.2 Previamente a la ejecución de un relleno, la excavación y el material de relleno deben estar libres de materias orgánicas, fragmentos de roca, piedras u otros que a juicio de la empresa constituyan obstáculo para la ejecución del relleno y su compactación.
- 7.3 Cuando el fondo de la excavación no ofrezca las condiciones necesarias para colocar al ducto totalmente asentado y mantenerlo en posición estable, se debe construir una cama o plantilla del material y espesor que señale el proyecto.
- 7.4 Una vez que el ducto esté alojado en su posición en la zanja, se debe proceder a rellenar con un colchón de material granulado No. 5 alrededor y hasta 15cm. contados a partir del lomo superior del ducto, compactando este material hasta que resulte práctico; posteriormente se debe apisonar con los espesores del material y grado de compactación que indique el proyecto para cada caso particular.
- 7.5 Alambre para localizar tubería de polietileno.

Posteriormente al relleno de colchón de material granulado No.5 se debe instalar un cable eléctricamente conductor calibre 12 a lo largo de toda la tubería. En las derivaciones del ramal principal a los ramales de servicio las uniones del alambre derivador deben ser a base de conectores roscables.

El alambre debe llevarse al nivel del suelo en cada elevador o válvula adjunta y debe estar especialmente localizado en cajas de válvulas,

con objeto de poder ser energizado para la localización magnética del mismo y por ende de la tubería.

Antes de completar el relleno, la continuidad del sistema del alambre debe ser revisada y reparar cualquier discontinuidad que se localice.

#### 7.6 Cinta para prevención de daños a la tubería.

A una profundidad de 30 centímetros del nivel de piso terminado (NPT) y durante la etapa del relleno de la cepa, debe colocarse una cinta de protección a todo lo largo del ducto. Dicha cinta debe ser de plástico color naranja con un ancho mínimo de 10 cm. y con una indicación de “precaución tubería de gas natural, no excavar, llamar a Metrogas Tel. (5) 3524088 “.

#### 7.7 En caso de que la cepa esté excavada en zonas pavimentadas, se debe reponer el pavimento como se indica a continuación:

- a) A partir del nivel de subrasante, el espesor correspondiente a sub-base y base se debe rellenar con tepetate de banco apisonándolo en capas no mayores de 10 cm. de espesor compactado al 95% Proctor, o mortero de baja densidad, lo que resulte más económico; pero tal relleno no será menor de 50 cm.
- b) El espacio entre la subrasante y el nivel superior del relleno apisonado (cruzamiento de calles y avenidas), puede ser llenado con material producto de la excavación, apisonándolo en capas no mayores de 10 cm. de espesor con una compactación del 90 % Próctor.
- c) La superficie de rodamiento o superficie terminada debe tener el mismo nivel, espesor y acabado de la superficie contigua.

7.8 El relleno de zanjas abiertas en zonas pavimentadas debe ejecutarse durante la misma jornada de trabajo y la reposición del pavimento en un período máximo de 48 horas.

7.9 Cuando la excavación se ejecute en terreno sin pavimento, el relleno posterior al apisonado que cubre el tubo, se debe realizar a volteo con el material producto de la excavación apisonándolo en capas de espesor suficiente para alcanzar una compactación similar al terreno original.

## **8) REPOSICIÓN DE PAVIMENTO.**

8.1 Las operaciones de reposición de pavimento deben ejecutarse en forma manual, con maquinaria o una combinación de ambos. El equipo de construcción debe ser el adecuado y necesario previamente autorizado por la empresa.

8.2 La reposición de un pavimento asfáltico o concreto hidráulico debe hacerse de acuerdo a las condiciones de pavimentación existentes.

8.3 Cuando el requerimiento sea de colocación de mezcla asfáltica debe observarse lo siguiente:

a) Una vez terminado el relleno y compactado de la cepa de acuerdo a lo indicado en el capítulo anterior, se debe proceder a efectuar un sello de impregnación con asfalto FR-3 a razón de un litro por metro cuadrado (1lt./m<sup>2</sup>)

b) Las paredes verticales que delimitan la superficie de la zanja deben recibir un riego ligero de liga con el mismo asfalto FR-3.

c) Después de esta operación debe esperarse aproximadamente 2 horas para que se eliminen parte de los solventes, dependiendo ese lapso de las condiciones climatológicas.

- d) Las temperaturas de la mezcla asfáltica durante su tendido y compactación deben ser recomendadas según el material asfáltico indicado en las Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal en su capítulo “Materiales asfálticos”.
  - e) La mezcla asfáltica debe ser elaborada con cemento asfáltico No. 6 con objeto de acelerar su estabilidad para realizar la apertura de la calle a la brevedad posible.
  - f) Cuando los espesores de repavimentación sean superiores a los 5 centímetros, debe aplicarse la mezcla en 2 capas, procurando que una vez compactada la primera y antes de tender la segunda se pique la superficie (sin riego de liga), para facilitar la homogeneidad de la mezcla colocada y el amarre de la misma.
  - g) La compactación debe efectuarse de las orillas hacia el centro. Una vez compactada la mezcla debe quedar al nivel del pavimento adyacente.
- 8.4 Cuando el requerimiento sea a base de concreto hidráulico se debe reparar con mezcla asfáltica, de acuerdo a lo indicado en las Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal y de acuerdo a lo estipulado en el inciso 10.3 anterior.

## **9) REPOSICIÓN DE BANQUETAS, GUARNICIONES Y ANDADORES PARA PEATONES.**

- 9.1 La reposición de banquetas, pasos para peatones y guarniciones pueden construirse a mano o a máquina. En este último caso, el equipo de construcción debe ser el adecuado y necesario, previamente autorizado por la empresa.

- 9.2 La reposición de banquetas para peatones deben tener el nivel y el ancho original de las mismas y su superficie presentar un acabado uniforme, sin protuberancias ni oquedades.
- 9.3 La reposición del concreto hidráulico utilizado en la construcción de banquetas, guarniciones y andadores, debe ser de las características indicadas en el proyecto y/o ordenadas por MetroGas, pero no inferiores a los siguientes:
- a) Banquetas y andadores de concreto simple:  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , con revenimiento de seis (6) a ocho (8) centímetros y un espesor de ocho (8) centímetros.
  - b) Para guarniciones coladas en sitio:  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , revenimiento de cuatro (4) centímetros y tamaño máximo del agregado de cuarenta (40) milímetros.
  - c) Banquetas de concreto reforzado: el  $f'c$  mínimo será de  $250 \text{ kg/cm}^2$ , y el mismo refuerzo de acero, con revenimiento entre cuatro (4) y seis (6) centímetros y el espesor original de la banqueta.
- 9.4 En caso de reconstrucción de guarniciones, primeramente deben demolerse las existentes procurando que el ancho de la excavación sea el mínimo necesario para alojar los moldes (los cuales deben quedar firmemente sujetos a la base de apoyo). La base en donde se vayan a desplantar las guarniciones debe ser suficientemente resistente para evitar el asentamiento de las mismas. Cuando la base de apoyo no sea resistente, debe profundizarse la excavación para alojar una capa de grava cementada de diez ( 10 ) centímetros, de material compactado al noventa (90 %) por ciento de su peso volumétrico seco máximo. Si la guarnición está formada con piezas similares a las de la banqueta, deben colocarse en la misma forma que éstas. Las piezas deben tener como dimensiones mínimas una

base de apoyo de 20 cm. y una altura de 50 cm. para guarniciones tipo 2 y de 50 cm. de base por 34 cm. de altura en las de tipo 1.

9.5 En la reposición de andadores se debe tomar en cuenta las dimensiones originales y/o lo ordenado por la empresa, tomando en consideración lo siguiente:

- a) Los andadores a base de suelo mejorado, como pueden ser materiales granulares, granulares cementados o suelo cemento, se deben reponer tomando en consideración las proporciones, dimensiones y características del material empleado.
- b) Los andadores a base de materiales bituminosos, se deben reponer de acuerdo con el tratamiento previo que deba hacerse al suelo natural que recibirá el andador, como compactación y sustitución en su caso y la mezcla con el material bituminoso que se utilizó originalmente.
- c) Los andadores a base de adoquín, piezas prefabricadas o piedras naturales, se deben reponer de manera que el suelo natural que recibirá las piezas tenga la resistencia base de compactación o sustitución necesarias, de acuerdo al original. Las piezas se deben colocar a hueso, asentándolas sobre una capa de arena, se deben formar entrecalles con tierra para desarrollo de pasto.

## **10) OBRAS COMPLEMENTARIAS.**

### **10.1 REGISTROS PARA VÁLVULAS.**

10.1.1 Los registros para válvulas subterráneas de las características y ubicación indicadas en los planos deben construirse de concreto reforzado de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  y refuerzo de malla de acero de  $\frac{3}{8}$ " de diámetro separada en retícula de 20 centímetros de separación.

10.1.2 La profundidad de los registros debe estar siempre a 40 centímetros abajo del eje central de la tubería a la que se conecta la válvula.

10.1.3 El fondo del registro debe estar constituido por una plantilla de concreto simple  $f'c = 150 \text{ kg./cm}^2$  de 5 centímetros de espesor.

10.1.4 La losa superior debe construirse con concreto reforzado de las mismas características de las paredes y debe llevar en una de sus esquinas una tapa de acero anclada a la losa de acuerdo a planos.

10.1.5 Bajo la tapa de acero debe construirse una escalera marina con escalones de varilla de  $\frac{5}{8}$ " D.N. a cada 30 cm. empotradas a la pared.

## 10.2 ESTACIONES DE REGULACIÓN.

10.2.1 La localización de las estaciones de regulación debe hacerse de acuerdo a lo indicado en los planos de proyecto y/o lo que indique la empresa directamente en el lugar de la obra.

10.2.2 En la superficie del terreno donde se vaya a instalar las estaciones de regulación debe efectuarse un despalme de la capa vegetal (si se requiere ) de 20 centímetros de espesor, colocando en su lugar material de revestimiento a base de grava seleccionada de 1 a 2 centímetros de diámetro al nivel del terreno natural.

10.2.3 El Contratista debe efectuar las maniobras para la instalación de la estación de regulación que la empresa suministra prefabricada y

armada, conectando únicamente la brida de entrada proveniente de la conexión al ramal principal (Hot Tap). La brida de salida del otro extremo debe quedar con una brida ciega y firmemente calzada y nivelada, en tanto se efectúa la instalación de la red al consumidor.

- 10.2.4 La estación de regulación debe protegerse con la construcción de una cerca de malla ciclón que defina el área de 2 x 3 metros, la cual debe levantarse empotrada a un rodapié de concreto armado de  $f'c = 200 \text{ kg./cm}^2$  de sección rectangular de 15 x 35 cm., desplantada en el terreno en una zanja de 20 cm. de profundidad por 15 cm. de ancho.

La malla ciclónica debe ser de alambre galvanizado No. 4 de 2.50 metros de altura recubierta de plástico y sostenida por postes tubulares de fierro galvanizado de 5 cm. de diámetro con tapa en la parte superior. Sobre esta malla debe instalarse una protección de alambre de púas de 3 hilos debidamente tensada.

- 10.2.5 La puerta de entrada debe abrir hacia fuera y tener un ancho de 90 centímetros por 250 centímetros de altura, fabricada de tubo galvanizado de las mismas características que la cerca.

- 10.2.6 Todos los componentes de la Estación de Regulación deben protegerse contra la corrosión con la aplicación de recubrimientos anticorrosivos en la forma siguiente:

a) Limpieza

La tubería, conexiones, válvulas y accesorios deben limpiarse totalmente de aceite, grasa y las marcas de pintura de fábrica, con trapos limpios empapados en gasolina blanca libre de plomo, adelgazador o cualquier otro solvente.

Posteriormente se debe limpiar con cepillo y rasqueta para eliminar el óxido existente, residuos de soldadura, etc., con el objeto de dejar la superficie de los componentes tersa y limpia.

#### b) Recubrimiento

Antes de aplicar el recubrimiento primario, debe asegurarse de que la superficie a pintar esté libre de humedad. Aplique un recubrimiento suave de primario anticorrosivo con una brocha del grosor recomendado por el fabricante.

Antes de colocar el recubrimiento siguiente, permita que el primario se seque al grado de tacto especificado o recomendado por el fabricante.

Aplique posteriormente dos capas de esmalte alquidálico anticorrosivo para lograr el espesor recomendado por el fabricante. Entre una capa y otra deje el tiempo de secado especificado por el fabricante.

#### c) Colores

Tuberías y Conexiones: Amarillo.

Válvulas, Bridas y Accesorios: Negro.

### 11) **LIMPIEZA DE LA OBRA.**

11.1 En toda obra el Contratista se compromete a mantener ordenada la zona de influencia de construcción de la obra y efectuar una limpieza general cuando menos cada fin de semana. El contratista no tendrá derecho a pago adicional por este trabajo ni por el retiro del material producto de la limpieza.

11.2 En toda obra cuando se termine una fase de construcción (por ejemplo: excavación, tendido de tubería, cruce de calles, relleno de cepas, etc. ) debe efectuarse una limpieza y retirar todo el material que no se vaya a ocupar posteriormente.

- 11.3 Para el tipo de limpieza que debe ejecutarse, se debe emplear el equipo y herramienta adecuado.
- 11.4 Cuando sea necesario debe colocarse señalamiento exterior para la protección de los ejecutores de la limpieza, atendiendo para ello en lo indicado en el capítulo de “Protección del Área de trabajo “.
- 11.5 Cuando la limpieza consiste en la remoción de escombros y materiales sobrantes se debe observar en términos generales, lo siguiente:
- a) Al remover los escombros y materiales sobrantes debe procurarse no dañar, ni manchar la zona de la obra o elementos que sean circunvecinos.
  - b) La carga de los vehículos de transporte, se debe efectuar lo más próximo a la zona donde se encuentran almacenados provisionalmente los escombros y materiales sobrantes, teniendo cuidado en no dañar la obra terminada.
  - c) Cuando los escombros y materiales sobrantes se encuentran depositados provisionalmente sobre un piso ya terminado, para no dañarlo se debe tener especial cuidado al retirarlos; inmediatamente después, el piso debe ser cuidadosamente barrido. Cuando la empresa lo ordene debe lavarse con agua y cepillo.
  - d) Cuando los materiales sobrantes sean aprovechables, deben ser clasificados de acuerdo a su tipo y características. Cuando sean propiedad de la empresa este indicará el lugar en que deben ser entregados y almacenados, acompañados de un inventario.
- 11.6 Se deben colocar las protecciones necesarias a los elementos terminados para no dañarlos durante las operaciones de limpieza.

- 11.7 Si con motivo de la limpieza alguna otra zona o elemento de obra resulta dañada o manchada, el contratista debe limpiar y repasar por su cuenta lo sucio o dañado, de manera que quede como se encontraba antes de ocasionarse el perjuicio.
- 11.8 Para la limpieza final y durante la ejecución de los trabajos no se tiene contemplados bancos de desperdicios para el material excedente y basura recolectada procedente de los mismos, por lo tanto el Contratista debe ubicar los lugares permitidos sobre la base de los propios acuerdos.
- 11.9 Cuando los escombros y materiales sobrantes se encuentren localizados en la vía pública, el Contratista debe de retirarlos dentro de la jornada de trabajo de ese día.

## 12) **PLANOS DEFINITIVOS (AS BUILT).**

- 12.1 Toda modificación que se haga al proyecto debe quedar asentado en la bitácora de la obra (Ref. 4.8), para que al final de la misma el Contratista lo incluya en los planos definitivos.
- 12.2 Estos planos debe incluir el trazo total de la tubería como quedó instalada, referenciada a puntos fijos, y señalando las modificaciones en detalles por separado, con datos de profundidad, interferencias, cambios de dirección, etc.; de tal manera de poder ubicar en cualquier momento donde se encuentran nuestras instalaciones.
- 12.3 La entrega de estos planos a satisfacción de la empresa es requisito indispensable para la recepción de la obra.

## **5.- PROGRAMA DE OBRA.**

## **6.-PLANOS DEL PROYECTO.**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

En la actualidad el desarrollo tecnológico, consecuencia de los avances científicos y la producción de conocimientos está transformando radicalmente la manera de vivir entre otros.

La ingeniería es una de las actividades humanas que ha propiciado la construcción de la infraestructura en la cual se sustenta buena parte del bienestar de la población. Si se habla de satisfactores básicos como: vivienda, comunicaciones, energía, por citar algunos.

Pero la parte fundamental de este tema de tesina, es dar a conocer al lector y a los compañeros estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, la importancia y responsabilidad con la que se debe tomar la Normatividad Mexicana, para todo tipo de proyectos, ya que esto nos permitirá destacar en el campo laboral.

La construcción de este tipo de obras nos permite aplicar métodos de construcción que están bajo las normas de calidad y seguridad, pero muchas veces no son tomadas en cuenta, debido a la experiencia del personal que lo está ejecutando.

No debemos de olvidar que toda las obras, debe ser realizadas con toda la responsabilidad posible, calidad y seguridad, para no causar daños a terceros.

En lo personal este proyecto de tesis me sirvió, para reforzar mis conocimientos en la normativa, para entender y saber por qué motivo el gas natural se usa en México y cual es su campo de desarrollo.

## BIBLIOGRAFÍA.

- NORMATIVIDAD MEXICANA
  1. NOMSECRE0032002, RIGE EL GAS NATURAL.
  2. NMXE0432002.RIGE A LOS TUBOS DE POLIETILENO.
  3. NMX W0181995.RIGE EL COBRE PARA GASES.
  4. NMX B1771990.RIGE EL ACERO.
  5. NOM014STFI 1998. RIGE MEDIDORES.
  6. NOM026STPS 1998.RIGE COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD.
- ESTUDIOS, DISTRIBUCIÓN, GAS NATURAL SDG SA, ÍNDICE DE LA NORMATIVA TÉCNICA DE GAS DE LA DIVISIÓN BARCELONA 1989.
- SEMINARIO DE GAS NATURAL Y SU COMERCIALIZACION, ESQUIE 1999.
- SEDIGAS, MANUAL DE USO DE POLIETILENO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS.
- REVISTA GAS NATURAL INFORMA EDICIÓN 2010.
- [wikipedia.com.mx](http://wikipedia.com.mx)
- LEY Y REGLAMENTO DE MANEJO DE GAS.
- <http://gasnatural.com>
- <http://gasnaturalfenosa.com.mx>
- [www.amgn.org.mx](http://www.amgn.org.mx)
- [www.cre.gob.mx](http://www.cre.gob.mx)