

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES.

Las grandes reservas de gas natural (GN), con las que cuenta Bolivia, 54.8 trillones de pies cúbicos (TCF) probadas y probables, certificadas por De Goldyer & MacNaught al 1 de enero de 2003, hacen que este energético se constituya en uno de los pilares fundamentales del plan de reactivación económica. Sin embargo, es necesario llevar adelante proyectos que permitan su comercialización, tanto en mercados nacionales como internacionales, y que generen respectivas divisas para el país. Entre los proyectos más importantes se tienen la exportación a mercados de Argentina y Brasil, y otros mercados probables como la exportación a la costa oeste de Norte América, la conversión del gas natural en combustibles líquidos, G.T.L., y la masificación de su uso en el mercado interno por ser el energético más limpio y de menor costo.

Por otra parte la exportación del gas natural, tiene como protagonista al estado Boliviano con un 82 %, manejando casi el total de los hidrocarburos, y el restante 18 % lo conforman las empresas productoras REPSOL-YPF, PETROBRÁS entre otras, teniendo el propósito de comercializar gas natural del campo Margarita el mismo que cuenta con 13.5 T.C.F. de reservas probadas y probables, que lo convierte en uno de los campos más importantes.

Actualmente se encuentran en ejecución grandes proyectos como la ampliación del Gasoducto Villa Montes-Tarija (GVT), que ampliara en 364% la capacidad de envío de gas, de 13,8 a 64 millones de pies cúbicos por día (MMpcd), desde el campo Margarita hasta la ciudad de Tarija. Este hecho, facilitara el acceso masivo a las instalaciones de gas a domicilio, desarrollo de programas de GNV, emprendimientos de generación termoeléctrica e industriales con beneficios importantes para la economía de la región. Nueve comunidades aledañas al GVT se beneficiaran con este emprendimiento, como la comunidad de Entre Ríos, El Pajonal, San Diego Sud, Narváez, Canaletas, Palos Blancos, Cañadas, Tacuarandí, APG-Itika Guasu pertenecientes a la Provincia O'Connor.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

El gas natural en Tarija se ha convertido en un producto indispensable para el uso doméstico. El bajo costo de este energético y la disponibilidad del mismo en los domicilios hacen de este la mejor alternativa para su uso en diferentes actividades domesticas.

La población en general de Palos Blancos, Primera Sección de la Provincia O'Connor soporta los continuos desabastecimientos de gas licuado de petróleo GLP., y la adquisición de este bien a precios sumamente elevados, además de la creciente escasez de energético tradicional como es la leña. Por este motivo los habitantes de esta tierra, donde existen grandes reservas de Gas Natural ubicadas en el campo Margarita, actual sostén del desarrollo nacional, tienen como demanda prioritaria que data de varios años atrás el diseño de Redes de Distribución de Gas Natural Secundaria y Domiciliaria.

En el contexto general del proyecto, el problema radica en la inexistencia de combustible para cubrir una necesidad básica como la cocción de alimentos, calentar agua, calefacción y aire acondicionado, entre otros. La población de Palos Blancos usualmente utiliza dos tipos de combustible, el GLP y la leña, provocando el uso indiscriminado de los mismos.

Por otro lado tenemos los siguientes aspectos que también justifican la realización de este proyecto.

- Al implementar el sistema de gas domiciliario, se estaría mejorando la calidad de vida de los habitantes de la población, evitando así que los mismos tengan que migrar hacia otras ciudades buscando mejores condiciones de vida, de igual forma de estaría apoyando a la pequeña, y mediana industria, como también actividades privadas.
- La sustitución de la garrafa de GLP con subsidio estatal por el uso de gas natural domiciliario (que actualmente el gobierno cancela por cada garrafa de Gas licuado de petróleo la suma de 9 Bolivianos). Esta sustitución significaría un ahorro para el país por dejar de pagar la subvención de las garrafas de GLP.
- Evitar el uso de leña y carbón como combustible para uso domestico de la población, con consecuencias ecológicas que producen el desmonte de zonas boscosas.

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

1.3.1 Objetivo General.

Dotar de Gas Natural a la Población de Palos Blancos, Primera Sección de la Provincia O'Connor, mediante la implementación del sistema de Redes de Distribución de Gas Natural Secundaria y Domiciliaria, con el fin de mejorar la calidad de vida de todos los habitantes.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Elaborar el proyecto de Diseño de Redes de Distribución de Gas Natural Secundaria y Domiciliaria para la Población de Palos Blancos.
- Analizar alternativas técnicas, procedimientos para viabilizar la mejor solución que permita tomar una decisión objetiva respecto al diseño del proyecto.
- Revisar las normas vigentes para el diseño de redes de distribución de gas natural secundaria y domiciliaria.
- Incrementar la cobertura de servicio, ampliando el número de usuarios de gas natural dentro del departamento e introducir dentro de este servicio a la localidad de Palos Blancos.
- Permitir la generación de empleos temporales y permanentes
- Asegurar la dotación de este servicio a todas las familias del área de influencia del proyecto, de manera permanente y en condiciones óptimas de calidad y seguridad.
- Demostrar la suma importancia que significa la participación del Ingeniero Civil, en el diseño y construcción de redes de gas natural, ya que para el requerimiento del personal técnico clave para la realización de cualquier estudio de redes de distribución, es de prioridad la participación del mismo como Especialista 1.
- Establecer conclusiones y recomendaciones al final de nuestro estudio.

1.4 ALCANCE DEL TRABAJO.

En este sentido, se ha planteado una estructura global del trabajo, que esta basada en los Reglamentos de Diseño, Construcción, Operación e Instalación de Redes de Gas Natural, como también se tienen considerado los requisitos establecidos por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH.).

Entre otros alcances del trabajo tenemos:

- Diseñar las redes de distribución de gas natural secundaria y domiciliaria, de acuerdo a las necesidades de los usuarios sin interrupciones que perjudiquen el normal abastecimiento del energético, con la ejecución del tendido de red de aproximadamente 6511 metros lineales de tubería de 63 mm y 40 mm de diámetro.
- Dotar del servicio de gas natural domiciliario a las familias que contempla el área de influencia del proyecto, en su fase de ejecución, y garantizar una fuente de energía más segura, limpia y económica.
- Cubrir con el servicio a los 150 usuarios de las categorías domestica y comercial, que contempla el calculo realizado para los 20 años de vida útil del proyecto.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO

2.1 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA POBLACIÓN DE PALOS BLANCOS.

El diagnóstico socioeconómico de la población de Palos Blancos se ha realizado en base a la información disponible en las diferentes instituciones así como en la Honorable Alcaldía Municipal de Entre Ríos, y la Empresa Tarijeña del Gas EMTAGAS regional Entre Ríos.

2.1.1 Ubicación geográfica.

La comunidad de Palos Blancos perteneciente al Municipio de Entre Ríos, se encuentra ubicado al noreste del departamento de Tarija, en la Provincia Burnet O'Connor, a una distancia aproximada de 160 Km. de la ciudad de Tarija, a una altura de 720 msnm., y a una temperatura media de 19 (°C), sin embargo la altitud del municipio varía desde los 2.500 msnm., en el Abra el Cóndor hasta los 500 msnm., en las riberas del Pilcomayo.

La Primera y única sección de la provincia O'Connor, del departamento de Tarija, el Municipio de Entre Ríos, limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al Sur y al Este con la Provincia Gran Chaco, al Oeste con la provincia Cercado, hacia el Noroeste con la Provincia Méndez y al Sudoeste con las Provincias Avilés y Arce. Geográficamente el municipio de Entre Ríos se encuentra ubicado entre las coordenadas 20°51'57" y 21° 56' 51" de latitud sud y 63° 40' 23" y 64° 25' 6" de longitud oeste, en la parte central del Departamento de Tarija.

**GRAFICO N° 1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMUNIDAD DE PALOS BLANCOS**



2.1.2 Característica de las viviendas.

En la población rural, las viviendas no necesariamente reúnen las condiciones de calidad y menos el número de habitantes requerido por la familia (existiendo mucho hacinamiento). En el área rural del municipio, los materiales de construcción están en gran proporción en base a material local como ser; adobe, barro, madera, caña, etc. El piso en forma mayoritaria 56,4 % es de tierra, seguido por el cemento en un 31 % y en último lugar la madera con tan solo 0,2%. Los muros de las viviendas del municipio en un 76 % están contruidos con adobe, le sigue el tabique quinche con 6.7%, en tanto que el de piedra representa solo el 2.4 %, la cubierta es de calamina en un 45.3 %, teja rustica en un 23.6% seguido por la paja caña-palma en un 21.2%, en tanto que la losa tan solo representa un 1.1%.

Entre las distintas características podemos citar que la mayoría de los pobladores son propietarios de sus viviendas, en lo que se refiere al número de viviendas por familia el diagnóstico comunal refleja para el municipio un promedio de 4,03 cuartos por cada familia, pero no necesariamente están adecuadamente distribuidos (sobre todo en el área rural), donde dormitorio y cocina, son un solo ambiente. No obstante por lo general el número de ambientes oscila de 2 hasta 7, básicamente se cuenta con un dormitorio, cocina, depósito y otro ambiente (sala).

2.1.3 Infraestructura vial.

El Municipio de Entre Ríos, cuenta con las siguientes categorías de red de caminos: Interdepartamental, Interprovincial, Vecinales y Sendas.

La red fundamental, se encuentra la principal vía provincial, que lo vincula con las provincias Cercado y Gran Chaco (Tarija-Villa Montes), que forma parte del corredor bioceanico Central, que comunica el Pacífico con el Atlántico.

La red departamental, que se encuentra bajo la responsabilidad del SNC (Ruta F11) comienza en Cercado, Abra el Cóndor (km 46+823) y termina en Palos Blancos, Abra cuesta vieja (km 187+840) con una longitud de 141.02 km., este atraviesa el municipio de Oeste hacia el Este.

El principal problema que tiene la red vial del municipio por las condiciones físico climatológicas es el drenaje debido a la carencia de sistemas de drenaje, obras de arte, defensivos, puentes, inexistencia de capa de rodadura granular (ripio), en época de lluvia se presenta la pérdida de plataforma por tramos, derrumbes, cruce de quebradas ríos caudalosos, terreno blando, pendientes pronunciadas y resbalosas.

Se suma a lo anterior las tarifas elevadas, servicio insuficiente, poca seguridad a los usuarios y falta de señalización en las rutas. En época de lluvias la vinculación caminera es dificultosa, principalmente por la falta de puentes en muchos distritos, principalmente en el D-3 y D4, los cuales son intransitables por varias semanas.

2.1.4 Equipamiento de transporte.

En el municipio existen servicios de transporte de pasajeros, concentrados en la localidad de Entre Ríos, entre las empresas que prestan este servicio se encuentran: la empresa de transporte Entrerriana, el sindicato de Transporte Luis de Fuentes “La Guadalupeana”.

Por otra parte está el Sindicato de Taxis “8 de Septiembre”, los cuales brindan servicios de transporte expreso a casi todas las comunidades del Municipio. También se cuenta con la línea de taxis expreso “Estrella del Sur” que brinda servicio a la ciudad de Tarija, Villa Montes y Yacuiba.

La localidad al situarse sobre la carretera principal, que conecta la capital del departamento con la región del Chaco tarijeño, cuenta con el servicio de transporte interprovincial con un flujo diario de vehículos que transitan por la comunidad.

2.1.5 Servicio aeroportuario.

Existen dos aeropuertos en el municipio, el primero pertenece a la empresa PETROBRAS, se encuentra a 3 km. de la población de Palos Blancos. La pista tiene una longitud de 1000 m por 20 m de ancho, es asfaltada y cuenta con todos los servicios de apoyo a la navegación aérea, por lo que cuenta con la certificación de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGA), pudiendo realizar operaciones diurnas y nocturnas. La segunda

pertenece a la empresa MAXUS-REPSOL, se encuentra en el km. 39 de la ruta (Palos Blancos-Iboca).

2.1.6 Comunicaciones.

En la actualidad se cuenta con las empresas, móvil, ENTEL, TIGO y VIVA los cuales prestan servicio telefónico con cabinas y teléfonos móviles, como también existe servicio de telefonía domiciliaria a cargo de ENTEL, las cuales cobran las llamadas locales como interdepartamentales (conferencias).

Solo el área urbana (Entre Ríos) tiene acceso al servicio que brinda la Cooperativa de Servicios de Telefonía Tarija (COSSET)

El municipio de Entre Ríos cuenta con medios de comunicación radial, siendo la más importante la emisora ABIGAIL, con una banda de frecuencia modulada, esta emisora radial tiene alcance local, con un radio de 15 km., otra emisora que es local es Radio Amanecer, la cual también tiene audiencia local, la emisora de alcance rural Radio ACLO Tarija, llega con la señal a todo el municipio.

La Honorable Alcaldía Municipal de Entre Ríos cuenta con dos canales (4 y 6) de televisión de circuito cerrado que funciona en ambientes de la Alcaldía, el canal 4 recibe señal satelital y el canal 6 baja señales de canales nacionales. También existen dos canales (2 y 8) que son de propiedad privada, el periódico que llega es “El País”.

2.1.7 Educación.

Los establecimientos educativos en el Municipio y como lo establece el SEDUCA, se encuentra conformada por Núcleos que albergan varias Unidades Educativas, es así que existen en el Municipio de Entre Ríos 86 unidades educativas, distribuidos en 12 núcleos. De todas las unidades educativas solo una es de especialidad inicial (solo atiende ese nivel), el mismo se encuentra en la capital del Municipio; el nivel secundario es atendido en 10 unidades educativas, no existiendo en los núcleos Naranjos, Suaruro, Tentaguasu y

Saladillo; en cambio el nivel inicial está distribuido en 54 unidades educativas y en los diferentes núcleos.

En la comunidad se tiene la presencia de la Unidad Educativa “12 de Abril”, que cuenta con los servicios básicos como ser agua y electricidad, atiende los niveles inicial y primario.

El municipio de Entre Ríos cuenta con una población escolar de 6055 alumnos, de los cuales el 52,25% son varones y el 47,75% son mujeres, distribuidos en los 12 núcleos educativos.

2.1.8 Salud.

Todos los establecimientos de salud del Municipio de Entre Ríos forman parte de la Gerencia de Servicio de Salud de Entre Ríos, y este a su vez pertenece al Servicio Departamental de Salud Tarija y lógicamente depende del Ministerio de Salud y Deportes.

Existen 26 establecimientos de salud de los cuales 1 continua siendo hospital de 2do. nivel (representa el 3,8%) es considerado como centro de salud y el 73,08% es considerado como centro de salud.

La comunidad cuenta con un centro de salud, la cual reúne las condiciones mínimas de funcionamiento, para contra restar esta situación se vienen desarrollando planes de sostenibilidad, para lo cual se está equipando a los centros de salud del municipio.

2.1.9 Saneamiento básico.

El saneamiento básico hace referencia al abastecimiento de agua potable, alcantarillado y evacuación de aguas servidas y tratamiento de residuos.

2.1.9.1 Agua potable.

En las comunidades del área rural donde existe agua por cañería, los beneficiarios cuentan con el comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPyS), el mismo que fue conformado para la construcción del sistema, posteriormente para la operación y mantenimiento, se

encuentra conformado por: un presidente, un operador, un secretario de hacienda y vocales. Del total de viviendas del municipio el 70 % tiene agua por cañería, en tanto que el 30 % no cuenta con este servicio.

2.1.9.2 Letrinas.

Tan solo un 31% en el área rural cuenta con este servicio básico. La infraestructura es rústica, consta de hueco de 2 m de profundidad con una tapa en el exterior en algunos casos con paredes. Por otra parte la mayoría de la población no está acostumbrada a utilizar letrinas, porque defecan a campo abierto, además los pobladores permanecen mas durante el día en el campo (áreas de producción agrícola y ganadero), en los que es difícil contar con el servicio de letrinas.

Además se puede inferir que en el municipio tan solo el 41.32 % cuenta con letrinas, el 21.93 % tiene un pozo ciego, el 16,39 % tiene acceso al alcantarillado, el 3 % cámara séptica en los domicilios, por lo que la mayoría de sus habitantes realizan sus necesidades fisiológicas a campo abierto, es mas existe baño público.

2.2 EL MEDIO BIOFÍSICO.

El medio biofísico comprende: Vientos, Clima, Suelos, Precipitación fluvial, Recursos hídricos, uso actual de la tierra.

2.2.1 Vientos.

En la provincia O'Connor los vientos tienen mayor presencia durante los meses de Agosto a Noviembre con un rango de 7.6 a 10.3 km/hora, el resto del año las velocidades tan sólo alcanzan a 4.5 a 6.7 km/hora. Estos vientos corren hacia el norte, en cambio los surazos tienen una dirección de Sureste a Noreste.

2.2.2 Clima.

De manera general el municipio de Entre Ríos presenta un clima templado cálido y húmedo en primavera y verano en tanto que en otoño e invierno templado y seco.

2.2.3 Precipitación fluvial.

La época de lluvias empieza en los meses de Noviembre y Diciembre y concluye en los meses de Marzo y Abril, mientras que la época seca, normalmente entre los meses de Mayo a Septiembre, existiendo algunos años excepcionales que pueden adelantarse o atrasarse a lo sumo en un mes.

La precipitación anual alcanza a 1.314 mm en Salinas y baja hasta 674,8 mm en Palos Blancos. Se puede observar una marcada estacionalidad en la precipitación pluvial, no obstante que de noviembre a abril se acumula el 82% de la precipitación total.

2.2.4 Recursos hídricos.

La superficie que comprende el municipio de Entre Ríos forma parte del gran sistema hidrográfico de la cuenca del Río de La Plata. En el comprenden los sistemas hidrográficos del Pilcomayo y Bermejo.

Los ríos que fluyen en sentido norte a la cuenca del río Pilcomayo comprenden un área de cuenca aproximada de 3970 km², representando aproximadamente el 62 % del total de la superficie de la Provincia y los ríos que fluyen en sentido sur a la cuenca del río Bermejo con un área de 2.438 km², constituyendo el 38 %.

El río Pilcomayo, atraviesa la serranía del Aguarague, mientras sus afluentes siguen el rumbo general norte-sur, por otro lado, los Vallés son más amplios y los gradientes más suaves, como el de los ríos Potrerillos-Timboy, Suaruro-Tarupayo, Palos Blancos-Puerto Margarita, con gradientes menores al 2 %.

El sistema hídrico del Río Bermejo, está representado en el municipio de Entre Ríos por una parte del subsistema del río Grande de Tarija, el que representa valles amplios como lo revelan los ríos de la poblaciones de Chiquiaca, Entre Ríos y Salinas; con gradientes menores al 2%.

2.3 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA POBLACIÓN DE PALOS BLANCOS.

2.3.1 Producción agrícola.

La actividad agrícola mayoritariamente es de tipo tradicional, por el tipo de explotación extensivo con escasa incorporación de maquinaria, técnicas e insumos mejorados y porque la mayor parte de la producción es destinada al autoconsumo. La práctica agrícola tradicional, se debe a la reducida superficie plana, falta de capital, asistencia técnica y capacitación. Sin embargo la producción agrícola, se realiza con mayor intensidad en la zona del valle de Entre Ríos (D-1).

Los principales productos agrícolas, en orden de importancia son: el maíz, maní, papa y la arveja; estos cuatro productos agrícolas, se tiene: los cítricos, hortalizas, caña de azúcar, yuca, poroto y cebolla.

La producción y variedades de productos dependen de las características agroclimáticas de cada zona; en la zona de los valles y cabecera de valle (distrito 1) los principales cultivos son el maíz, maní, papa y hortalizas; en la zona húmeda y subtropical (distritos 3 y 4) se cultiva con mayor frecuencia el maíz, cítricos y maní; y en la zona seca al norte del municipio (distrito 6) el maíz, el poroto y el anco son los cultivos predominantes.

La superficie cultivada, es de aproximadamente 12.800 ha, el mismo que representa al 2 % de la superficie total del municipio. La agricultura en la zona se realiza en tres espacios del territorio de dominio de la unidad familiar productiva, denominados potrero, desmonte y huerto.

2.3.2 Producción pecuaria.

La ganadería en el municipio es de tipo tradicional extensivo (manejo a campo abierto), siendo la principal fuente de ingresos para los productores, especialmente en los distritos 6, 3 y 4, pese a que los rendimientos son aún bajos, pero es considerada como una caja de ahorros, además de fuente de proteínas en su alimentación para las familias de la Provincia O'Connor.

La producción ganadera es diversificada, produciendo tanto especies de ganado mayor (vacunos, equinos u suinos), mediano (caprinos, ovinos y porcinos) y menor (aves de corral), los fines son de venta, consumo trabajo de la tierra, traslado y cuidado.

Existe una relación muy estrecha entre la producción ganadera y el bosque que se constituye en su principal proveedor de alimento, por el cual la cantidad de ganado existente y su forma de manejo son importantes para la mejora en el sistema de producción pecuario.

La mayor cantidad de animales son criollos (de múltiple propósito), los mismos que fueron introducidos en la época de la colonia que se han adaptado a las condiciones ambientales del municipio, los animales de raza mejorada son escasos.

El distrito que cuenta con mayor número de animales es el D-6 con 29.821 cabezas, le sigue el D-4 con 26.690, luego D-3 con 24.144 animales, el distrito con menor número de animales es el D-5 y D-2 con 17.566 y 17.572 respectivamente.

2.3.3 Recursos turísticos.

La provincia O'Connor se caracteriza por tener lugares paisajísticos naturales de gran atractivo, imponente fauna y flora, actividades culturales, religiosas que expresan las costumbres y tradiciones de sus pobladores. La ubicación que tiene como eje hacia el Chaco y la distancia de tan solo 108 km de Tarija, hace de Entre Ríos un potencial turístico.

Por otra parte se tiene como oferta el Ecoturismo en el Parque Nacional de Flora y Fauna Tariquia (parte de Chiquiaca y Salinas) que alberga bosques vírgenes con amplia biodiversidad, El Etnoecoturismo constituye un referente importante de la parte noreste con el asentamiento del pueblo Guaraní donde su cultura se encuentra viva (ritos u costumbres).

2.4 RESERVAS DE GAS EN LA PROVINCIA O'CONNOR.

Dentro de la provincia O'Connor se cuenta con importantes reservas probadas de gas, descubiertas en el año 1998 en el campo Margarita, perteneciente al Cantón Iboca en el área Guaraní, el mismo que cuenta con 13.5 T.C.F. de reservas probadas y probables, que lo convierte en uno de los campos más importantes.

DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL SECUNDARIA Y DOMICILIARIA.

Además de este importante descubrimiento, actualmente se están efectuando estudios sísmicos a través de Empresas Petroleras nacionales y extranjeras con el objeto de detectar la presencia de yacimientos petrolíferos.

Con todas estas importantes reservas, el Departamento de Tarija es el mas avanzado a nivel nacional en lo que se refiere a la distribución domiciliaria de gas natural ya que sus principales ciudades (Tarija, Villamontes, Yacuiba, Carapari, Bermejo, San José de Pocitos, el Puente, etc.) ya cuentan con este importante servicio administrado por la Empresa Tarijeña del Gas (EMTAGAS).

La población de Palos Blancos, por ser una localidad intermedia entre los centros de producción (Gran Chaco) y la capital del Departamento (Tarija), facilita en gran medida la conexión al servicio.

CAPITULO III

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1 TIPOS DE MATERIALES PARA EL TENDIDO DE REDES DE GAS.

Los tendidos de tuberías se dividen en general en tuberías de acero para las redes primarias hasta 42 bar en función de la clase de trazado y tuberías de polietileno para las redes secundarias hasta 4 bar. Asimismo se permite emplear en las redes secundarias, tuberías de acero, a juicio de la Distribuidora responsable.

Para la selección de los materiales a utilizar en la construcción de la red secundaria se tomaron en cuenta diferentes aspectos, tales como: Costos, facilidad de transporte y manipulación del material, seguridad en su operación, etc. El material más utilizado actualmente en Bolivia en la construcción de redes externas para gas, por su versatilidad, facilidad de manejo y resistencia a la corrosión, es la tubería de polietileno.

En el caso particular de la distribuidora local EMTAGAS, establece que todas las redes de distribución de gas natural deberán ser construidas de tuberías de polietileno de media y alta densidad, unidas mediante accesorios de polietileno con soldadura por electrofusión o termofusión, motivo por el cual este proyecto no será la excepción y se deberá ajustar a la norma.

3.2 TUBERÍAS DE POLIETILENO.

El polietileno de alta densidad (PEAD) comenzó a utilizarse para tuberías en Europa y EE.UU. a comienzo de la década del 50.

Las características determinantes para su desarrollo fueron, entre otras, flexibilidad, el bajo peso, las propiedades físicas de resistencia química, su facilidad de unión (termo u electrofusión), la baja rugosidad y la facilidad de transformación.

Sucesivos avances en la tecnología de los materiales, en la ingeniería de aplicación y en el diseño de producto conformaron la tendencia creciente de sustitución de tuberías de otros materiales por PEAD en el mercado de conducción de fluidos. Además, la posibilidad de realizar un tuneo guiado o de insertar “in situ” una tubería nueva de PEAD dentro de otra

de otros materiales, sin tener que hacer otra zanja, amplia mas su campo de posibilidades de aplicación.

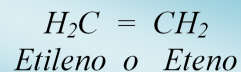
En cualquiera de los casos se reduce a la mínima expresión la rotura de veredas, pavimento y suelos. De esta forma se evitan los trastornos que las excavaciones y reparaciones producen y se logra un trabajo más económico.

El desarrollo de las redes de conducción de gas con tuberías de PEAD, en todo el mundo, no solo encuentra razones de peso en la flexibilidad y velocidad de su instalación, sino también, en la suma de ventajas que definen a este material como el de mayor vida útil y aptitud integral para la conducción de todo tipo de fluidos.

- El gas residencial es distribuido bajo presión con un valor máximo de 4 bar, estas tuberías están fabricadas con un diseño de índice de seguridad de más del doble, según norma
- La facilidad de conexiones herméticas mediante accesorios fusionados por electrofusión garantizan una estanqueidad del 100 %, premisa primordial para este tipo de aplicaciones.

3.2.1 Característica del material de PE.

El material más utilizado actualmente en la construcción de redes externas para gas, por su versatilidad, facilidad de manejo y resistencia a la corrosión, es el polietileno (PE). El "polietileno" es una familia de materiales conformados por moléculas de gran tamaño con la presencia de unidades químicas simples y pequeñas que son derivados del etileno:



Se caracterizan por la presencia repetida del radical Etilo a través de todas las estructuras de sus moléculas, que le dan diferentes propiedades físicas, lo que facilita su aplicación en diferentes procesos industriales.

3.2.2 Alta resistencia química.

Las tuberías de PEAD reemplazan al acero, a la fundición y al hormigón cuando se requiere óptima resistencia química y a la corrosión. Los tubos y accesorios de PEAD no son atacados por ácidos, bases sales y muchos derivados de hidrocarburo y son inertes a la acción de suelos agresivos.

3.2.3 Comportamiento en función del tiempo.

Estas tuberías tienen una vida útil de 50 años a 20 °C para una determinada presión nominal de trabajo.

A temperatura mayor a 20 °C debe tenerse en cuenta para el cálculo los factores de reducción según tabla. Estos factores han sido calculados una vida útil de 50 años.

**TABLA 3.1
TEMPERATURA / FACTOR DE REDUCCIÓN**

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | TIEMPO | | | | | |
|------|---------------------|--------|------|------|------|------|------------------|
| | | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | Vida útil mínima |
| 1 | Temp. (°C) | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | Vida útil mínima |
| 2 | Factor de Reducción | 1.0 | 0.90 | 0.81 | 0.72 | 0.62 | 50 años |

Fuente: Sistema de tuberías y conexiones de polietileno.

**TABLA 3.2
VENTAJAS DEL POLIETILENO Vs. OTROS MATERIALES**

| ÍTEM | CARACTERÍSTICAS | PEAD | PVC | H° FUNDIDO | ACERO |
|------|----------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 1 | Resistencia | Bueno | Buena | Excelente | Excelente |
| 2 | Flexibilidad | Excelente | Mala | Mala | Regular |
| 3 | Peso | Excelente | Excelente | Mala | Regular |
| 4 | Costo Material | Muy bueno | Excelente | Mala | Regular |
| 5 | Costo obra terminada | Excelente | Muy bueno | Mala | Regular |
| 6 | Resistencia a la corrosión | Excelente | Excelente | Regular | Mala |

DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL SECUNDARIA Y DOMICILIARIA.

| | | | | | |
|----|------------------------------|-----------|---------|-------|-----------|
| 7 | Longitud tramos entregados | Excelente | Regular | Mala | Regular |
| 8 | Posibilidad de pinzamiento | Excelente | Mala | Mala | Mala |
| 9 | Confiabilidad de la unión | Excelente | Buena | Mala | Buena |
| 10 | Estanqueidad | Excelente | Buena | Mala | Muy Buena |
| 11 | Facilidad de reparación | Excelente | Buena | Mala | Buena |
| 12 | Inserción | Excelente | Mala | Mala | Mala |
| 13 | Ampliaciones | Excelente | Buena | Mala | Buena |
| 14 | Instal. con tuneleo dirigido | Excelente | Mala | Mala | Mala |
| 15 | Rapidez de instalación | Excelente | Buena | Mala | Regular |
| 16 | Resistencia al golpe | Excelente | Regular | Buena | Excelente |

Fuente: Sistema de tuberías y conexiones de polietileno

3.2.4 Dilatación y contracción térmica.

Las variaciones de temperaturas sobre una tubería hacen que esta sufra dilataciones y contracciones que deben ser consideradas al efectuar cualquier instalación. La dilatación o contracción térmica que sufren las tuberías, se calcula con la siguiente formula:

$$\Delta L = L_o \alpha \Delta T \quad (3.1)$$

Siendo:

L = La longitud que se expande o se contrae el tramo de longitud L_o (m)

L_o = La longitud inicial del tubo (m)

α = Coeficiente de dilatación térmico lineal del tubo (mm/m x °C)

$$\Delta T = (0.9 T_{operación} - T_{instalación}) (°C) \quad (3.2)$$

En instalaciones exteriores y en los casos que las variaciones de temperatura sean importantes, es recomendable instalar la línea en forma serpenteante o insertar en las líneas rectas juntas de expansión, liras u omegas.

En instalaciones enterradas, una vez colmada y apisonada la zanja los esfuerzos producidos por la fricción entre la tubería y el relleno evitan las dilataciones y contracciones debidas a variaciones de temperatura.

3.2.5 Radio de curvatura de los tubos.

Es importante resaltar la gran ventaja que presentan estos tubos por ser flexibles, de poder ser doblados o curvados en la instalación, sobrepasando obstáculos y con mayor economía en piezas de conexiones y uniones.

3.2.6 Resistencia al aplastamiento.

Admite un aplastamiento total. En instalaciones de gas es una practica normal interrumpir el servicio prensado del tubo (Aqueeze off) para luego de realizada una conexión o reparación liberarlo nuevamente.

3.3 NORMAS PARA LA UTILIZACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO.

Para el uso del tubo de polietileno se deben cumplir las siguientes normas:

- a) El tubo plástico nuevo de polietileno está calificado para ser empleado si:
 - 1) Se fabricó según la norma de tubo aceptada, CEN 1555 parte 1 y 2; GE-N1-129 ó prAGA 1555/1 y 2
 - 2) Es resistente a los productos químicos con los cuales es previsible que tomará contacto.
- b) Para el propósito del párrafo a) 1) de esta sección, cuando es imposible usar un tubo de un diámetro incluido en una especificación aceptada, pueden ser usados tubos de un diámetro intermedio entre los incluidos en una especificación aceptada, si:

- 1) Cumplen con los criterios de resistencia y diseño requeridos al tubo incluido en esa especificación aceptada.
- 2) Son fabricados a partir de compuestos plásticos que satisfacen los criterios de materiales que se exigen al tubo incluido en esa especificación aceptada.
- c) La forma de designación de los tubos de polietileno es por su resistencia a la presión hidrostática a largo plazo (50 años) y por su espesor expresado por su *standard dimension ratio* (SDR = Diámetro Exterior / espesor).

Los polietilenos cuya resistencia a la presión hidrostática a largo plazo es de 80 Kg/cm², son denominados PE 80, en cuanto al espesor están normalizados, según su relación, Diámetro exterior / espesor, SDR = 11; 17,6; 21; etc.

Para las redes de distribución de gas (con presiones máximas de 4 bar), se utilizarán, como mínimo, las siguientes calidades y espesores:

Para PE 80; SDR = 11

Para PE 100; SDR = 17.6

3.3.1 Verificación de cumplimiento.

Cada compañía operadora deberá establecer que el tubo nuevo o usado cumpla con los requisitos de las Normas o especificaciones aceptadas, mediante uno de los siguientes métodos:

- a) Inspección y ensayo a cargo de un laboratorio acreditado con certificación escrita.
- b) Inspección y ensayo a cargo del usuario.
- c) Certificación escrita del fabricante en el momento de la compra. Se deberán incluir como parte de esta certificación copias de los registros de control de calidad de producción mencionados por número de lote y envío.

3.3.2 Resistencia a la intemperie del tubo plástico.

La resistencia del tubo plástico a la intemperie puede variar mucho. El fabricante del tubo plástico deberá entregar una declaración escrita sobre el tiempo que su producto puede

almacenarse al aire libre sin sufrir pérdida de las propiedades que lo habilitan para servicio de gas en tubería enterrada. El operador habrá de asegurarse de que no se supere el límite de exposición.

Cuando el almacenamiento sea a la intemperie, se deberán considerar períodos de exposición acumulativos. El Código de fabricación marcado en el tubo incluye la fecha de fabricación. Por lo general, la mayoría de los fabricantes guardan los tubos al aire libre antes del embarque, por lo que habrá de tenerse en cuenta este período.

El tiempo de exposición puede minimizarse si para retirar tubos del almacenamiento se tiene en cuenta el “orden de llegada”, usando la fecha de fabricación como control. El tubo con fecha de fabricación más antigua deberá ser el primero en instalarse.

3.3.3 Diseño de tubos de polietileno.

La presión de diseño para tubo plástico se determinará de acuerdo con la siguiente fórmula, sujeta a las limitaciones siguientes:

- a) No podrán usarse cuando la temperatura de funcionamiento exceda los límites de las normas de aplicación del tubo de PE.
- b) Cuando su espesor sea menor al indicado en la norma de aplicación

$$P = 2 S \frac{t}{(D-t)} \times 0,32 \quad (3.3)$$

Donde:

P = presión de diseño manométrica en kPa (10^3 N/m²).

S = para tubo plástico, la resistencia hidrostática a largo plazo (50 años), determinada de acuerdo con la norma o especificación aceptada de fabricación.

t = espesor de pared especificado, en mm.

D = diámetro exterior especificado, en mm.

3.3.4 Métodos de unión.

Los métodos de unión aprobados para tuberías de polietileno son mediante la fusión de las superficies en contacto y mediante la aplicación de una determinada presión cuyo valor suministrará el fabricante.

Este aporte de calor puede realizarse mediante herramientas del tipo planchas calefactores o bien por intermedio de alambres conductores ubicados dentro del cuerpo de los accesorios, los que al conectarlos con una fuente de energía eléctrica controlada, produce el calor necesario para la fusión.

En el primer caso se denomina unión por *termofusión* y en el segundo, unión por *electrofusión*.

Cuando se adopte el sistema de termofusión los accesorios y las tuberías deberán pertenecer a un mismo sistema, es decir que deberán ser fabricados ambos con la misma materia prima base ó aprobar los ensayos de compatibilidad de fusiones de la norma CE 1555 parte 5, ó pr AGA 1555-5.

3.4 CRITERIOS EN EL DISEÑO DE REDES.

El objetivo del diseño de una red de gas es suministrar el fluido a los usuarios finales a los que va destinados, por lo que:

- a) Deberá ser capaz de alimentar a todos los clientes para la que fue diseñada, aun en su pico de consumo.
- b) El diseño deberá comprender y justificar en su protocolo de cálculo, la capacidad de la red para abastecer todos los consumos previstos, así sean domésticos, comerciales, industriales o gubernamentales.
- c) Los métodos de cálculo deberán tener en cuenta, además de los consumos específicos de la población, en el momento del diseño, su incremento por mejoras del servicio y mayor confort a lo largo del tiempo durante la utilidad de la red y por futuras ampliaciones de los usuarios previstos en los planes oficiales.

- d) Los materiales permitidos para el tendido de la red de distribución de gas son las tuberías de polietileno y las tuberías de acero.
- e) El diámetro mínimo de una tubería de red de distribución enterrada, exceptuando a los servicios domiciliarios será de 40 mm, a pesar que del cálculo puedan aconsejar diámetros menores.
- f) Para los servicios domiciliarios externos el diámetro mínimo será de 20 mm.
- g) Las estaciones de regulación de presión, alimentadas por las redes primarias y que alimentan a su vez a las redes secundarias, poseerán equipos de seguridad que bloqueen el suministro, cuando la presión de operación se incremente como máximo el 10%.
- h) Los sistemas de seguridad que se aconsejan emplear en las plantas de regulación, serán los conocidos como los que emplean válvula de seguridad por bloqueo, regulador monitor, reguladores en serie ó regulador monitor con válvula de bloqueo incorporada. Asimismo se aceptará cualquier otro sistema que la mejora tecnológica incorpore y que otorgue seguridades similares o mayores a las ya mencionadas.
- i) Se procurará que los suministros que se realicen desde las redes primarias y secundarias, estén alimentadas, aguas arriba y aguas abajo, del punto de derivación de ellas, a fin de asegurar el suministro.

3.4.1 Trazado.

- a) El estudio del trazado debe contener entre otras cosas, el análisis de una fácil instalación y una operación posterior sin causar inconvenientes mayores a terceros.
- b) Debe contemplarse la seguridad y acceso permanente a las válvulas de bloqueo que sean necesarias ubicar en el tendido de la red.
- c) Se deberá elegir entre los trazados previstos inicialmente, los que presenten menores riesgos por obras de terceros e interactúen en menor medida con el resto de las instalaciones subterráneas.

- d) Evitar atravesar propiedades privadas o de difícil acceso en caso de accidentes.
- e) Se deberá obtener la información correspondiente de los organismos oficiales, sobre planes futuros de ampliación o de construcción de viviendas.
- f) Antes de iniciar el diseño se deberá obtener como referencia, entre otras las siguientes disposiciones:
 - Disposiciones sobre vías
 - Pliegos de especificaciones de concesión
 - Códigos de las comunas
 - Reglamentos de empresas (ferrocarriles, vías fluviales, otros servicios públicos etc.)
 - Reglamento de seguridad
 - Especificaciones de YPFB

3.4.2 Seccionamiento de la red.

- a) Se deberá prever el seccionamiento de la red en zonas de un número de manzanas adecuadas y en relación con el número de clientes abastecidos, para facilitar el bloqueo y venteo de la zona en caso de accidente.
- b) Para simplificar la operación de bloqueo se deberán ubicar el conjunto de válvulas necesarias para seccionar la red en la proximidad inmediata unas de otras y cuando sea posible su ubicación en cámaras compartidas.
- c) Para evitar que algún bloqueo de red derive en el corte de suministro a un número mayor de clientes que al necesario, se deberán alimentar las redes secundarias por más de una derivación de la red primaria y cuando eso no fuera posible se diseñará la red de forma que quede cerrada en anillo.
- d) El plano de seccionamiento debe ser realizado en una cartografía de fácil comprensión, con indicación de las zonas de bloqueo, ubicación de las válvulas de bloqueo, su marcado en el terreno y formato utilizable en los vehículos de operación.

- e) Otro factor a tener en cuenta para limitar el área de seccionamiento es que el tiempo de venteo de toda el área, el que deberá ser menor de 15 minutos.
- f) A título ilustrativo se menciona a continuación una de las fórmulas aceptadas para la determinación del tiempo de evacuación de gas, para venteos en las redes primarias y secundarias:

$$T_{(\text{minutos})} = \left(\frac{D_i}{d_i} \right) \times L \times \log \left(\frac{P_o}{P_f} \right) \quad (3.4)$$

Siendo:

P_o = Presión absoluta inicial (tomada en el punto de medición de la velocidad)

P_f = Presión absoluta final, remanente en la tubería luego de la purga.

D_i = Diámetro de la tubería a purgar.

d_i = Diámetro del orificio de purga.

L = Intervalo en Km entre 2 órganos de venteo.

3.4.3 Presiones de suministro.

- a) El diseño de la red secundaria, se realizará con una presión máxima de 4 bar, considerada técnicamente apta para otorgarle una buena elasticidad operativa y un grado de seguridad compatible con el trazado en medio de la ciudad.
- b) La mínima presión de la red de distribución de gas como condición de borde, será de 0.5 bar, salvo en los lugares donde se prevea la ampliación futura de la red.
- c) La presión máxima de alimentación a los clientes será de 4 bar y la mínima de 0.5 bar, mientras que dichos clientes serán alimentados por intermedio de reductores – reguladores individuales, con sistema de seguridad incorporado.

3.4.4 Velocidades del gas dentro de la tubería.

- a) Para evitar la alta velocidad del gas en las tuberías, lo que traería aparejado un importante desgaste, pérdida de carga y movimiento del polvo contenido en el gas, se limitarán a los siguientes valores, según su presión y zona de red:
- 1) En tramos de red nueva: 20 m/seg.
 - 2) En tramos de equipos de medición: 15 m/seg.
 - 3) En tramos extremos de la red sin posibilidad de expansiones: 40 m/seg.
- b) La fórmula a emplear en el diseño de la red para calcular la velocidad del gas será:

$$v = 365,35 \frac{C}{d^2 P} \quad (3.5)$$

Donde:

v = Velocidad de circulación (m/seg).

C = Caudal de gas normal (m³/h).

P = Presión absoluta de calculo (Kg/cm²).

d = Diámetro interno de la cañería (mm).

3.5 ACCESORIOS PARA LAS TUBERÍAS.

3.5.1 Materiales.

- a) Cada componente de una tubería debe ser capaz de soportar las presiones de operación y otras cargas previstas sin detrimento de su eficacia con tensiones unitarias equivalentes a las admisibles para tubos de material comparable en el mismo trazado y clase de servicio. No obstante, si no fuera posible el diseño basado en las tensiones unitarias para un componente particular, el diseño podrá basarse en un régimen de presión establecido por el fabricante sometiendo a ese componente, o a un prototipo del mismo, a ensayos de presión.

- b) Un componente metálico está autorizado para ser usado, si a través de la inspección visual del componente limpio, se verifica que no existe defecto alguno que pudiera reducir la resistencia o hermeticidad del mismo.
- c) También se podrá usar si la edición del documento conforme el cual se fabricó el componente posee los siguientes requisitos tanto o más rigurosos que alguno de los documentos reconocidos por esta Norma:
 - Ensayo de presión
 - Materiales
 - Rangos de presión y temperatura
- d) Todos los componentes deben ser del mismo material que la tubería de conducción del gas, salvo que precisamente se trate de un accesorio de transición entre dos materiales distintos.
- e) Las figuras permitidas para el uso en redes de conducción de gas son: cuplas, codos de 90°, codos de 45°, te normales, te reducción, cuplas de reducción, ramales de derivación a 90°, accesorio de toma de servicio con o sin sacabocado incluido.
- f) Está expresamente prohibido el empleo en redes de conducción de gas de accesorio tipo cruz, con cuatro derivaciones simultáneas.

3.5.2 Accesorios normales para unión de tuberías.

3.5.2.1 Accesorios de polietileno.

Los accesorios de polietileno, autorizados a emplear en las redes de distribución de gas, podrán ser para su unión con la tubería por el sistema de *termofusión* o por el sistema de *electrofusión* y deberán responder a la norma CEN 1555 parte 3. ó pr AGA SCT 1555-3, ó GE N1-130 y 131.

No se permiten los accesorios prefabricados a partir de tramos de tubos fusionados, por el sistema de gajos.

Solo se permitirán los accesorios *termofusionados* en fábrica, que contemplen el añadido de partes completas que a la vez sean inyectadas y su unión se produzca mediante una *termofusión* a tope o a enchufe, controlada automáticamente.

3.5.2.2 Accesorios de transición PE-Acero.

Para la unión de los tubos de polietileno con las tuberías de acero se deberá emplear accesorios de transición, que confinen el polietileno en ranuras practicadas en la parte metálica, impidiendo su desarme por tracción o por desenroscado.

Estos accesorios deberán responder a la norma CEN 1555 parte 3 ó pr AGA SCT 1555-3, GE-N1-132.

No se permiten accesorios de transición, que posibiliten su desarmado una vez montados en fábrica o en obra.

3.5.2.3 Prohibición de roscas.

Está absolutamente prohibido el empleo de accesorios de polietileno que sellen sus uniones mediante el uso de roscas talladas en su cuerpo, o los denominados rosca - compresión.

3.6 VÁLVULAS DE BLOQUEO.

Se utilizarán válvulas de corte o de bloqueo, fabricadas en polietileno bajo especificaciones compatibles con el de la tubería, de tal manera que puedan ser unidas mediante procesos de termofusión o electrofusión. Para facilitar la operación y garantizar al máximo la confiabilidad del servicio, cada tramo del sistema de líneas dispondrá de válvulas ubicadas estratégicamente que permitan suspender el flujo de gas a través de él. En general, los sitios recomendados serán a continuación de los diferentes nodos en donde se interconectan los tramos.

Además, el diseño de la válvula deberá contemplar la forma de proteger el material plástico contra cargas excesivas torsionales o de corte cuando sea accionada, y de cualquier otro esfuerzo secundario que podría ser ejercido a través de la válvula o de su recinto.

3.6.1 Válvulas en líneas de distribución.

- a) Todo sistema de distribución de alta presión deberá tener válvulas espaciadas de manera de reducir el tiempo para bloquear una sección de tubería principal en una emergencia. El espaciamiento de las válvulas está determinado por la presión de operación, diámetro de la tubería principal y las condiciones físicas locales.
- b) Toda estación reguladora que controle el flujo o presión de gas en un sistema de distribución, deberá tener una válvula instalada en la tubería de entrada y otra en la de salida a una distancia de la estación reguladora suficiente como para permitir la operación de la válvula durante una emergencia que impidiera el acceso a la estación.
- c) Toda válvula en una tubería principal instalada para fines de operación o emergencia, deberá cumplir con lo siguiente:
 - Estar ubicada en una zona rápidamente accesible, de manera de facilitar su operación en una emergencia.
 - El vástago o mecanismo de operación deberá ser fácilmente accesible.
 - Si se halla instalada dentro de una cámara enterrada o recinto cubierto, el elemento que la aloje deberá estar instalado de modo de evitar la transmisión de cargas externas a la tubería principal.

3.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL A UTILIZAR.

Conexiones de polietileno central, en medida y alta densidad, para electrofusión y termofusión, en medidas de 20 mm. a 630 mm.

❖ Tubería polietileno de diámetros 110, 90, 75, 63, 50, 40, 25 y 20 (mm).

- Tubería de Polietileno de media y alta densidad, Norma ASTM 2513, SDR 11, de diámetro 110, 90, 75, 63, 50, 40 y 25 mm.
- Deben acompañarse con el “Certificado de Calidad de Fabricación” con los siguientes ensayos:

**TABLA 3.3
RELACIÓN DIÁMETRO NOMINAL/ESPESOR/PESO**

| POLYTHERM GAS | | | | | |
|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|---------------------|
| SDR | 11 | | 17.6 | | ROLLOS TIRAS |
| Diámetro nominal | Esp. mm. | Peso g/m. | Esp. mm. | Peso g/m. | Largo mts. |
| 25 | 2.3 | 164.0 | -- | -- | 150 |
| 32 | 3.0 | 277.0 | -- | -- | 150 |
| 40 | 3.7 | 428.0 | -- | -- | 150 |
| 50 | 4.6 | 661.0 | -- | -- | 150 |
| 63 | 5.8 | 1044.0 | -- | -- | 150 |
| 90 | 8.2 | 2107.0 | -- | 1401.0 | 100 |
| 125 | 11.4 | 4045.0 | -- | 2642.0 | 12/70 |
| 180 | 16.4 | 8364.0 | 10.3 | 5486.0 | 12 |
| 250 | 22.7 | 16041.0 | -- | -- | 12 |

Fuente: Reglamento de diseño, construcción, operación e instalación de redes de gas natural.

**TABLA 3.4
TUBERÍAS DE POLIETILENO DE DIÁMETROS 110, 90, 75, 63, 50, 40 Y 25 (mm.)**

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | NORMA |
|-------------|---|--------------|
| 1 | Densidad. | ISO 1183 |
| 2 | Melt. Índex (2.16 Kg.) | ISO 113 |
| 3 | Clasificación ISO/CEN. | ISO TR9080 |
| 4 | Exposición a la Intemperie | ISO 4437 |
| 5 | Estabilidad Térmica (OIT, 210 °C) | ISO 10837 |
| 6 | Debe contar con Certificado | ISO 9002 |
| 7 | Categoría de diseño Hidrostático a 23 °C. | ASTM D2837 |
| 8 | Resistencia Agrietamiento Bajo Tensión. | ASTM D638 |
| 9 | Elongación Máxima. | ASTM D638 |

❖ **Cupla reducción de polietileno.**

- Accesorio cupla reducción en mm. de polietileno de media y alta densidad, para electrofusión y termofusión Norma ASTM 2513, SDR 11.

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 1 | 25 x 20 |
| 2 | 32 x 20 |
| 3 | 32 x 25 |
| 4 | 40 x 32 |
| 5 | 63 x 40 |

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 6 | 63 x 50 |
| 7 | 90 x 63 |
| 8 | 110 x 90 |
| 9 | 125 x 90 |
| 10 | 180 x 125 |

❖ **Tee 90 ° de polietileno EF.**

- Tee de Polietileno de media y alta densidad, Norma ASTM 2513, SDR 11, de los siguientes diámetro.

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 1 | 25x25x25 |
| 2 | 32x32x32 |
| 3 | 40x40x40 |
| 4 | 50x50x50 |
| 5 | 63x63x63 |

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 6 | 90x90x90 |
| 7 | 110x110x110 |
| 8 | 125x125x125 |
| 9 | 160x160x160 |
| 10 | 180x180x180 |

❖ **Cupla de polietileno EF.**

- Cupla de Polietileno de media y alta densidad, Norma ASTM 2513, SDR 11, de diámetro 20 hasta 160 mm.

| ÍTEM | DIMENSIONES | |
|------|-------------|-----|
| 1 | 20 | 180 |
| 2 | 25 | 200 |
| 3 | 32 | 225 |
| 4 | 40 | 250 |
| 5 | 50 | 280 |
| 6 | 63 | 315 |

| ÍTEM | DIMENSIONES | |
|------|-------------|-----|
| 7 | 75 | 355 |
| 8 | 90 | 400 |
| 9 | 110 | 450 |
| 10 | 125 | 500 |
| 11 | 140 | 460 |
| 12 | 160 | 630 |

❖ **Válvula de servicio o toma de servicio EF.**

- Válvula de Servicio de Polietileno de media y alta densidad, Norma ASTM 2513, SDR 11, asiento rectangular.

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 1 | 40x20 |
| 2 | 50x32/25 |
| 3 | 63x32/25 |
| 4 | 75x32 |
| 5 | 90x32 |
| 6 | 110x32 |

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 8 | 125x32 |
| 9 | 160x32 |
| 10 | 180x32 |
| 11 | 200x32 |
| 12 | 225x32 |
| 13 | 250x32 |

❖ **Válvulas de servicio o toma de servicio de EF de alto volumen.**

- Válvulas de alto volumen de Polietileno de media y alta densidad, Norma ASTM 2513, SDR 11.

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 1 | 63x63 |
| 2 | 75x63 |
| 3 | 90x63 |
| 4 | 110x63 |
| 5 | 125x63 |

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 6 | 160x63 |
| 7 | 180x63 |
| 8 | 200x63 |
| 9 | 225x63 |
| 10 | 250x63 |

❖ **Ramal de derivación.**

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 1 | 63x63 |
| 2 | 75x63 |
| 3 | 90x63 |
| 4 | 110x63 |
| 5 | 125x63 |
| 6 | 160x63 |
| 7 | 180x63 |

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 8 | 200x63 |
| 9 | 225x63 |
| 10 | 250x63 |
| 11 | 110x90 |
| 12 | 125x90 |
| 13 | 160x125 |
| 14 | 180x125 |

❖ **Adaptador de brida de Polietileno.**

| ÍTEM | DIMENSIÓN | |
|------|-----------|-----|
| 1 | 32 | 200 |
| 2 | 40 | 225 |
| 3 | 50 | 250 |
| 4 | 63 | 315 |
| 5 | 75 | 355 |
| 6 | 90 | 400 |
| 7 | 110 | 450 |
| 8 | 125 | 500 |
| 9 | 140 | 560 |
| 10 | 160 | 630 |

❖ **Tapón o tapa EF.**

- Tapón de Polietileno de media y alta densidad, Norma ASTM 2513, SDR 11.

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 1 | 20 |
| 2 | 25 |
| 3 | 32 |
| 4 | 40 |
| 5 | 50 |
| 6 | 63 |
| 7 | 75 |
| 8 | 90 |

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 9 | 110 |
| 10 | 125 |
| 11 | 140 |
| 12 | 160 |
| 13 | 180 |
| 14 | 200 |
| 15 | 225 |
| 16 | 250 |

❖ **Codo 90 °.**

- Codo de Polietileno de media y alta densidad, Norma ASTM 2513, SDR 11, de diámetros 20 hasta 180.

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 1 | 20 |
| 2 | 25 |
| 3 | 32 |
| 4 | 40 |
| 5 | 50 |
| 6 | 63 |

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 7 | 75 |
| 8 | 90 |
| 9 | 110 |
| 10 | 125 |
| 11 | 160 |
| 12 | 180 |

❖ **Codo 45 °.**

- Codo de Polietileno de media y alta densidad, Norma ASTM 2513, SDR 11, de diámetros 32 hasta 180.

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 1 | 32 |
| 2 | 40 |
| 3 | 50 |
| 4 | 63 |
| 5 | 75 |

| ÍTEM | DIMENSIONES |
|------|-------------|
| 6 | 90 |
| 7 | 110 |
| 8 | 125 |
| 9 | 160 |
| 10 | 180 |

3.8 FORMULAS PARA EL CÁLCULO DE REDES.

3.8.1 Ecuación General de los Gases Perfectos.

Determina el estado de una masa dada de un gas perfecto en función de sus tres variables: Presión absoluta, Volumen y Temperatura absoluta, sin que en ella intervengan el camino seguido para pasar del estado inicial al final.

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f} \quad (3.6)$$

Donde:

P_i = Presión absoluta inicial.

V_i = Volumen inicial del gas.

T_i = Temperatura absoluta inicial del gas (°K).

P_f = Presión absoluta final.

V_f = Volumen final del gas.

T_f = Temperatura absoluta final del gas (°K).

3.8.2 Fórmula General o Racional. (Cálculo de redes de alta presión).

$$C = 0,1811 \frac{T_o}{P_o} \left[\frac{(P_1 - P_2) D^5}{T S L} \right]^{0,5} \left(\frac{1}{f} \right)^{0,5} \left(\frac{1}{z} \right)^{0,5} \quad (3.7)$$

Donde:

C = Caudal transportado en m³/día.

T_o y P_o = Condiciones base de presión y temperatura.

D = Diámetro interior del conducto en cm.

P_1 = Presión absoluta inicial en Kg/cm².

P_2 = Presión absoluta final en Kg/cm².

T = Temperatura de operación del conducto.

S = Densidad relativa del gas.

L = Longitud del conducto en Km.

$\left(\frac{1}{z}\right)^{0,5}$ = Coeficiente de compresibilidad, factor de ajuste de la no linealidad en Relación P V del comportamiento de los gases.

$\left(\frac{1}{f}\right)^{0,5}$ = Coeficiente de fricción, puede calcularse por la formula de Colebrook.

$$\left(\frac{1}{f}\right)^{0,5} = -4\text{Log}\left[\frac{e}{3,7}D + \frac{1,255}{R_e}\left(\frac{1}{f}\right)^{0,5}\right] \quad (3.8)$$

Donde:

e = Rugosidad interna del caño en cm.

R_e = Número de Reynolds, para gas natural se calcula con la siguiente

Formula:

$$R_e = 95,007 \frac{C(m^3 / dia)}{D(cm)} \quad (3.9)$$

3.8.3 Fórmula de Weymouth. (Cálculo de ramales de gasoductos).

Puede suceder que en el proyecto de una instalación de gas industrial, debe preverse la alimentación de un ramal de gasoducto, con gas a alta presión desde un punto determinado de la red.

En estos casos, cuando el caudal diario es menor que 500.000 m³/día, la presión esté comprendida entre 5 y 25 kg/cm² y el diámetro no sea mayor de 300 mm (12”), para el dimensionamiento se emplea la formula de Weymouth:

$$C = W Z E \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{l}} \quad (3.10)$$

Donde:

C = Caudal de gas (m³/día).

W = Constante de Weymouth.

Z = Factor de compresibilidad.

E = Coeficiente de eficiencia.

P_1 = Presión inicial absoluta (Kg/cm²).

P_2 = Presión final absoluta (Kg/cm²).

l = Longitud de calculo del ramal (km) (longitud real mas long. equivalente).

La constante de Weymouth, depende del diámetro, pudiéndose adoptar los valores indicados en la (Tabla 3.5).

**TABLA 3.5
CONSTANTE DE WEYMOUTH W.**

| DIÁMETRO mm. | pulg. | CONSTANTE W |
|-------------------------|--------------|--------------------|
| 13 | ½" | 123 |
| 19 | ¾" | 260,1 |
| 25 | 1" | 496,8 |
| 38 | 1 ½" | 1.552,3 |
| 51 | 2" | 3.022,4 |
| 75 | 3" | 9.085,5 |
| 100 | 4" | 19.054,6 |
| 125 | 5" | 58.526,4 |
| 200 | 8" | 118.662,2 |
| 250 | 10" | 216.032,9 |
| 300 | 12" | 342.813,8 |

El factor de compresibilidad Z , depende de la presión absoluta inicial P_1 indicándose los valores en la (Tabla 3.6)

**TABLA 3.6
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD Z.**

| PRESIÓN INICIAL P_1 (Kg/cm²) | FACTOR Z |
|---|-----------------|
| 5 a 10 | 1,01 |
| 10 a 20 | 1,02 |
| 20 a 25 | 1,03 |

El coeficiente de eficiencia se establece en función del diámetro de la cañería y el caudal diario circulante de gas. En la (Tabla 3.7), se indica los valores de E .

**TABLA 3.7
COEFICIENTE DE EFICIENCIA E.**

| Diámetro mm. | pulg. | Caudal en m ³ /día | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 500.000 | 300.000 | 200.000 | 120.000 | 80.000 | 50.000 | 30.000 | 20.000 | 12.000 | 8.000 | 5.000 | 3.000 | 2.000 | 1.200 |
| 19 | ¾" | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,18 | 1,10 | 1,06 | 1,02 | 0,95 |
| 25 | 1" | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,15 | 1,10 | 1,05 | 1,03 | 0,99 | 0,92 |
| 38 | 1 ½" | - | - | - | - | 1,22 | 1,19 | 1,15 | 1,11 | 1,06 | 1,01 | 0,96 | 0,90 | - | - |
| 51 | 2 | - | - | 1,22 | 1,20 | 1,17 | 1,13 | 1,06 | 1,03 | 1,01 | 0,96 | 0,90 | - | - | - |
| 75 | 3 | - | 1,17 | 1,16 | 1,14 | 1,09 | 1,02 | 0,97 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | - | - | - |
| 100 | 4 | 1,13 | 1,11 | 1,10 | 1,05 | 1,01 | 0,96 | 0,92 | 0,90 | 0,82 | - | - | - | - | - |
| 150 | 6 | 1,06 | 1,02 | 0,98 | 0,94 | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 0,78 | - | - | - | - | - | - |
| 200 | 8 | 1,01 | 0,96 | 0,92 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,79 | 0,72 | - | - | - | - | - | - |
| 250 | 10 | 0,94 | 0,93 | 0,87 | 0,84 | 0,81 | 0,79 | 0,72 | - | - | - | - | - | - | - |
| 300 | 12 | 0,90 | 0,87 | 0,81 | 0,80 | 0,76 | 0,73 | - | - | - | - | - | - | - | - |

3.8.4 Fórmula de Renouard Simplificada. (Cálculo de redes de media y alta presión).

Se establece para el dimensionamiento de las cañerías, que las mismas transporten el caudal requerido por los equipos, incluyendo las futuras ampliaciones, teniendo en cuenta ciertas limitaciones en las pérdidas de carga y velocidades de circulación.

Para gases de media y alta presión, puede emplearse la fórmula debida a Renouard, simplificada:

$$P_1^2 - P_2^2 = 48.600 s l C^{1,82} d^{-4,82} \quad (3.11)$$

Donde:

P_1 = Presión absoluta a la entrada del tramo de cañería (Kg/cm²).

P_2 = Presión absoluta a la salida del tramo de cañería (Kg/cm²).

s = Densidad relativa del gas (aire s=1).

l = Longitud de cálculo de la cañería (Km).

C = Caudal de gas normal a 15°C y 760 mm Hg (m³/h).

d = Diámetro interior de la cañería (mm).

Debe aclararse lo siguiente:

- Esta fórmula es válida para $C/d < 150$

- La presión absoluta es igual a la presión manométrica más la presión atmosférica.

$$P_{(abs)} = P_{(man)} + 1,033 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}.$$

- La longitud de cálculo l , será la longitud real del tramo mas la longitud equivalente por los accesorios del mismo.

$$L_{(cálculo)} = l_{(real)} + l_{eq.} \text{ (Km)}.$$

Se observa de la formula, que para determinar la caída de presión, es necesario predimensionar los diámetros de la cañería, lo que permite, además, establecer la longitud equivalente por accesorios, dado que los mismos también dependen del diámetro.

Una vez efectuado el predimensionamiento se efectúa el calculo de verificación con la formula de Renouard, para constatar si las caídas de presión son las admisibles.

Predimensionamiento.

El caudal que pasa a través de una cañería vale:

$$C = S v \tag{3.12}$$

Donde:

C = Caudal de gas circulante (m^3/h).

v = Velocidad de circulación (m/h).

S = Sección transversal de la cañería (m^2).

Esta ecuación es valida para instalaciones de gas a baja presión, donde, prácticamente, se trabaja con la presión atmosférica.

Sin embargo, para presiones mayores, debe tenerse en cuenta que el fluido se comprime por efecto de las mismas, por lo que el caudal se incrementa en función de la relación de presiones como se indica seguidamente:

$$C = S v \frac{P}{P_o} \tag{3.13}$$

En la que:

P = Presión absoluta (presión manométrica + 1,033) (Kg/cm²).

P_o = Presión atmosférica normal (1,033 Kg/cm²).

Reemplazando el valor de la presión atmosférica (1,033 Kg/cm²), poniendo la sección en función del diámetro y transformando unidades, tenemos:

$$v = 365,35 \frac{C}{d^2 P} \quad (3.14)$$

Siendo:

v = Velocidad de circulación (m/seg).

C = Caudal de gas normal (m³/h).

P = Presión absoluta de calculo (Kg/cm²).

d = Diámetro interno de la cañería (mm).

Se establece que la velocidad de circulación del gas sea inferior a 40 m/seg en todos los puntos de la instalación.

Esta limitación tiende a prevenir niveles de ruido excesivos y erosión en las cañerías.

Para efectuar el predimensionamiento de la red, se adopta con cierto margen de seguridad una velocidad de 30 m/seg., lo que permite con la presión absoluta de trabajo y el caudal circulado, efectuar el cálculo de los diámetros.

Así, despejando d de la ecuación anterior tenemos:

$$d = 3,49 \sqrt{\frac{C}{P}} \quad (mm). \quad (3.15)$$

3.8.5 Fórmula del Doctor Poole. (Cálculo de redes de baja presión).

$$d = \sqrt[5]{\frac{2 C^2 s l}{P_1 - P_2}} \quad (3.16)$$

Donde:

d = Diámetro interior (cm).

C = Caudal del gas (m³/h).

s = Densidad del gas (con respecto al aire $s=1$).

l = Longitud del caño (m).

P_1 = Presión en la entrada del gas (mmca o Kg/m²).

P_2 = Presión en la salida del gas (mmca o Kg/m²).

3.8.6 Fórmula de Renouard. (Cálculo de redes de baja presión).

$$P_1 - P_2 = 233 \times 10^{-3} \frac{C^{1.8}}{d^{4.8}} s l \quad (3.17)$$

Donde:

P_1 = Presión absoluta en el origen (Kg/cm²).

P_2 = Presión absoluta al final (Kg/cm²).

C = Caudal (m³/h).

d = Diámetro (mm).

l = Longitud (Km).

s = Densidad relativa del gas.

3.9 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO.

3.9.1 Generalidades sobre el consumo.

En todos los servicios públicos, la determinación de los probables consumos para el diseño de los sistemas de distribución es bastante compleja, al igual que para el gas natural.

Es baja la probabilidad de que un determinado usuario utilice al máximo todos sus artefactos, pero, es mas baja la probabilidad de que todos los usuarios consuman al mismo tiempo con todos sus artefactos al máximo de su potencia.

En consecuencia con lo expuesto, se aplica al volumen de diseño el llamado coeficiente de simultaneidad, el mismo que expresado porcentualmente reflejara la cantidad de usuarios que utilizan simultáneamente sus artefactos y equipos a gas.

3.9.2 Factor de simultaneidad.

Los coeficientes de simultaneidad para el cálculo de consumos de los artefactos, se tomaron los datos de la American Gas Association “AGA”, para poblaciones con más de 1000 usuarios.

- Cocina0.14
- Calentador de agua..... 0.29

En los casos en que los usuarios sean un número inferior a 1000, se usará el factor de simultaneidad para la cocina y calentador de agua, propuesto por el Tratado Argentino de Gas Natural:

$$f_s = \frac{n + 2}{n * 3} \tag{3.18}$$

Donde:

n = Número de usuarios

f_s = Factor de simultaneidad para cocina y calentador de agua.

3.9.3 Caudal pico residencial, comercial, industrial.

3.9.3.1 Caudal pico residencial o doméstico.

El caudal pico horario residencial se encuentra estrechamente ligado a la cantidad de artefactos o gasodomesticos que el usuario emplea en horarios críticos de máximo consumo. El requerimiento energético de los aparatos más comunes estimados para esta zona son las cocinas y el calentador de agua.

Entonces la ecuación para calcular el consumo pico residencial será:

$$Q_r = N_r (P_c / G * F_c + P_{ca} / G * F_{ca}) \quad (3.19)$$

Donde:

| | |
|--|------------------------|
| Q_r = Caudal pico residencial. | [m ³ /h] |
| N_r = Número de usuarios residenciales. | [Adimensional] |
| P_c = Potencia de la cocina de 4 hornallas. | [Kcal/h] |
| P_{ca} = Potencia del calentador de agua. | [Kcal/h] |
| G = Poder calorífico del gas Natural. | [Kcal/m ³] |
| F_c = Factor de simultaneidad de la cocina. | [Adimensional] |
| F_{ca} = Factor de simultaneidad del calentador de agua. | [Adimensional] |

3.9.3.2 Caudal pico comercial.

Para efecto de modelamiento de las redes secundaria y del calculo hidráulico de las mismas, se determinó emplear un caudal pico comercial, promediando los consumos históricos comerciales de los últimos años registrado por la distribuidora, y por ser una cantidad variable en cada región, época del año y consumidores que pertenecen a esta categoría, adoptamos para fines del estudio, un valor de 6.67 m³/h.

3.9.3.3 Caudal industrial.

El caudal industrial no será considerado en el diseño de las redes de distribución de gas natural secundaria, debido a que este tipo de consumo es siempre abastecido por redes primarias de alta presión, por lo tanto se excluye a los consumos industriales.

3.10 PUENTE DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN (PRM).

Se llama así al conjunto de aparatos y elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del fluido gaseoso “Presión regulada”, aguas abajo del punto de entrega, y medir los volúmenes de gas consumido o suministrado.

El puente de regulación y medición tiene por objeto asegurar una presión de salida (presión regulada) de valor constante, independientemente de las variaciones de presiones de suministro fijada por la Concesionaria y de la fluctuación de caudal requerida por la instalación, dentro de los rangos previstos de consumo.

Así mismo, en función de las características del gas suministrado y de las condiciones particulares requeridas por la instalación, se preverán elementos que garanticen la separación de líquidos y sólidos, que eviten la formación de hidratos y que aseguren en todo momento que la presión regulada no sobrepase, ante fallas eventuales en el sistema de regulación, de los valores de los cuales han sido seteados o calibrado y diseñada la estación de regulación y medición.

Desde el punto de vista funcional, los elementos que componen deberán ubicarse de forma tal que se asegure un fácil acceso a los mismos.

3.10.1 Ubicación del punto de abastecimiento (PRM).

La estación de válvulas del poliducto cuenta con una derivación destinada a conectarse con el PRM que reducirá hasta la presión de servicio.

Por tanto la ubicación del nuevo PRM será contigua a la estación de válvulas del poliducto.

3.11 CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.

El puente de regulación y medición se construirá por medio de uniones soldadas, admitiéndose solo el uso de elementos roscados, tales como válvulas reguladoras de presión, válvulas de seguridad, válvulas de control, filtros, instrumentos y válvulas de bloqueo, hasta un diámetro de 51 mm o 2" DN y presiones de operación no mayores a 450 psig (30 Kg./cm²). Para presiones superiores, todos los elementos deberán ser aptos para soldar o para instalarse entre bridas salvo los reguladores de presión y los equipos de instrumentación. Y para presión de entrada mayores a 10 bar y Q > 1200 KW, Se deberán radiografiar el 100 % de las soldaduras.

Las distancias mínimas de seguridad a tener en cuenta en la instalación del puente de regulación son las siguientes.

**TABLA 3.8
DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD**

| ÍTEM | DESDE | HASTA | DISTANCIA (m) |
|------|--|--|---------------|
| 1 | Puente de regulación y medición primaria (Sin cabina). | Calentador | 15 |
| 2 | Puente de regulación y medición primaria (Con cabina). | Calentador | 6 |
| 3 | Puente de regulación y medición primaria | Tanque de choque hasta 2 m ³ y tanque deposito. | 3 |
| 4 | Puente de regulación y medición primaria. | Tanque de combustible liquido. | 7.5 |
| 5 | Puente de regulación y medición primaria y/o tuberías. | Líneas de alta tensión aéreas. | 5 |
| 6 | Puente de regulación y medición primaria y/o tuberías. * * | Líneas de alta tensión Subterráneas. | 0.5 |
| 7 | Puente de regulación y medición primaria y/o tuberías. | Puesta a tierra de línea de alta tensión. | 0.5 C/10 Kv. |
| 8 | Calentador | Tanque de combustible liquido. | 15 |
| 9 | Calentador | Tanque de choque hasta 2 m ³ y tanque deposito. | 15 |
| 10 | Subestaciones transformadora de energía eléctrica. | Puente de regulación y medición primaria. | 10 |
| 11 | Puente de regulación y medición primaria y/o tuberías. | Oficinas, viviendas u otros | 10 |

Fuente: Reglamento de diseño, construcción, operación e instalación de redes de gas natural.

** Para tubería de diámetro mayor que 152 mm (6") DN. Se duplicará la distancia.

3.11.1 Parámetros de las presiones de diseño del P.R.M.

Así mismo, para la evaluación se utilizaron las siguientes premisas, los parámetros máximos y mínimas de diseño del sistema serán las siguientes:

- Presión de entrada 1400.00 Psi
- Presión de regulada..... 60.00 Psi
- Presión mínima suministro..... 50 -20 Psi

3.11.2 Descripción del puente de regulación y medición.

La provisión de gas consistirá en un sistema de derivación y tendido de línea hasta la estación de regulación y medición cuya características detallaremos a continuación.

El gasoducto principal tiene un diámetro de 4”, desde donde se construirá la derivación, que opera a una presión nominal de 1400 PSI.

Para el tendido de la red primaria se utilizará tubería de acero sin costura SCH 40 de 2” DN fabricadas según normas API 5L grado B, la cual operara a una presión máxima de 1400 PSI, y que será protegida con pintura anticorrosivo y protección mecánica hasta la estación de regulación y medición la cual estará dentro de los predios.

El puente de regulación y medición para la localidad de Palos Blancos deberá contar con lo siguiente:

- válvulas de bloqueo a la entrada y salida de la misma para cortar el flujo del gas natural cuando así se lo requiera.
- Deberá contar con empaquetadura aislante flexitalic de brida en la entrada y salida del sistema de regulación y medición.
- Un filtro con capacidad para retener partículas sólidas mayores a 25 micrones.
- Para el mantenimiento del filtro se colocara un by pass (ver plano del P.R.M.).
- Válvula reguladora de presión, Fisher, modelo 630 Big joe regulator, operación directa, conexión bridad DN 2", ANSI 600 RF, orificio 1/8", Pent. 1480 psig Psal 400 psig.

- Válvula shut off bridada, ANSI 600, DN 2", Bloqueo por alta presión: 450 psig; Bloqueo por baja presión: 47 psig.
- Válvula reguladora de presión, Fisher, modelo 630 Big joe regulator, operación directa, conexión roscada DN 2", orificio 1/8", Pent. 400 psig Psal 46 psig
- Para controlar los valores de presión en el tramo de entrada se deberá colocar un manómetros con rango de: (0 - 2000), (0 – 1000) y (0 - 100) PSI.
- La cuantificación de volumen de gas consumido del usuario se hará mediante Medidor de gas nat., modelo 3M175 IMC/C, DN 2", conexión Bridada ANSI 150 RF, Presion max. 175 psi. Caudal 4238 pch con microelectro corrector por P y T incorporado-PTZ+Log.
- Válvula de alivio con conexión roscada a 1" DN, Regulable @ 70 psig, modelo 2700 series, 1" MNPT x 1" FNPT.
- El sistema de regulación contara con un piso de hormigón ciclópeo con techo protector y matafuego.
- Una bomba Odorizadora que cumpla la norma API 675, la presión regulada será de 50 PSI.

3.12 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS (PRM).

Los parámetros de diseño para el puente de medición son los siguientes.

3.12.1 Filtro separador de partículas sólidas.

La elección de dichos filtros deberá contar con catálogos ó certificación del fabricante donde figure: diseño, características constructivas y de funcionamiento, material de sus elementos, número de serie.

Deberán tener grabados en el cuerpo los siguientes datos:

- Material
- Serie o presión de trabajo
- Fabricante.

Los modelos más usados son filtros secos:

- Tipo canasto de cartucho
- Canastillo
- Tipo “Y”.

TABLA 3.9
FILTRO SEPARADOR DE PARTÍCULAS SÓLIDAS

| ÍTEM | DETALLES | ESPECIFICACIÓN |
|------|-----------------------------|--|
| 1 | Tipo | F |
| 3 | Diseño | Con conexión de entrada y salida bridado |
| 4 | Serie | ANSI 600 |
| 5 | Diámetros de las conexiones | 2 “DN y 1440 PSI de presión de trabajo. |
| 6 | Cuerpo y tapa | Acero al carbono ASTM A 216, Grado WCB, Construido según código ASME. |
| 7 | Elementos filtrantes | Reemplazable sin desmontar el filtro de la línea, eficiencia de filtración 100 %, retención del tamaño de partículas de 25 micrones. |
| 8 | Fluido | Gas natural |

3.12.2 Válvulas reguladoras.

La elección deberá estar avalada por su inclusión en catálogos o certificación del fabricante donde figure diseño, características constructivas y de funcionamiento, material de sus elementos, número de serie y destinatario. Además deberá tener una chapa con la inscripción permanente y legible de los siguientes datos:

- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Presión máxima admisible en [bar M]
- Presión regulada en [bar M]
- Caudal, para la presión mínima en [m³N/h]
- Tipo de obturador.

Para la elección se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Caudal máximo, mínimo y normal
- Clase de gas y su densidad
- Presión de entrada, máxima y mínima
- Presión de salida o regulada, y el alcance de ajuste que se desea (+/- 10%)
- Precisión en el control que se necesita
- Tipo de obturador, asientos duros o blandos
- Características del flujo
- Tamaño de las conexiones
- Facilidad de mantenimiento y reparación
- Presión de diseño, aguas abajo de la misma
- Nivel sonoro.

TABLA 3.10
VÁLVULA REGULADORA DE 1ra. ETAPA

| ÍTEM | DETALLES | ESPECIFICACIÓN |
|------|-----------------------------|---|
| 1 | Tipo | Modelo 630 Big joe regulator, Serie 600, orificio de 1/8" |
| 2 | Presión Máxima de operación | 1440 PSI |
| 3 | Presión de entrada | 1400 PSI |
| 4 | Presión de regulación | 400 PSI |
| 5 | Diámetro | 2" DN |
| 6 | Conexiones | Bridadas |

TABLA 3.11
VÁLVULA REGULADORA DE 2da. ETAPA

| ÍTEM | DETALLES | ESPECIFICACIÓN |
|------|-----------------------------|--|
| 1 | Tipo | Fisher, modelo 630 Big joe regulator, Serie 150, orificio de 1/8", caudal de 230 m ³ /h |
| 2 | Presión Máxima de operación | 400 PSI |

| | | |
|----------|-----------------------|----------|
| 3 | Presión de entrada | 400 PSI |
| 4 | Presión de regulación | 46 PSI |
| 5 | Diámetro | 2" DN |
| 6 | Conexiones | Bridadas |

TABLA 3.12
VÁLVULA REGULADORA DEL BY PASS

| ÍTEM | DETALLES | ESPECIFICACIÓN |
|-------------|-----------------------------|---|
| 1 | Tipo | Modelo 630 Big joe regulator, Serie 600, orificio de 1/8" |
| 2 | Presión Máxima de operación | 1440 PSI |
| 3 | Presión de entrada | 1400 PSI |
| 4 | Presión de regulación | 400 PSI |
| 5 | Diámetro | 2" DN |
| 6 | Conexiones | Bridadas |

TABLA 3.13
MEDIDOR DEL VOLUMEN DEL GAS NATURAL

| ÍTEM | DETALLES | ESPECIFICACIÓN |
|-------------|--------------------|--|
| 1 | Tipo | Medidor de gas nat., modelo 3M175 IMC/C, conexión Bridada ANSI 150 RF. |
| 2 | Diámetro | 2 " |
| 3 | Presión Máxima | Presión max.175 PSI |
| 4 | Presión de trabajo | 50 PSI |
| 5 | Capacidad | 4238 pch en cond. STD, con microelectro corrector por P y T incorporado-PTZ+Log. |

**TABLA 3.14
VALVULA DE ALIVIO**

| ÍTEM | DETALLES | ESPECIFICACIÓN |
|------|-------------------|---|
| 1 | Tipo | Válvula de alivio con conexión roscada a 1" DN, modelo 2700 series, |
| 2 | Presión de alivio | Regulable @ 70 psig |
| 3 | Conexión | DN 1" MNPT x 1" FNPT. |

**TABLA 3.15
BRIDAS PARA CAÑERÍA**

| ÍTEM | DETALLES | ESPECIFICACIÓN |
|------|-------------|--|
| 1 | Tipo | Con cuello para soldar (welding neck), deslizante (slip-on), de acuerdo a lo que se indique. |
| 2 | Material | Acero al carbono forjado de cuello para soldar. |
| 3 | Terminación | Cara con resalte y rayado concéntrico o fonográfico. |
| 4 | Serie | ANSI 600 – ANSI 150 |
| 5 | Diámetros | 2" DN |

3.12.3 Depósito del odorante.

El tipo del cilíndrico deberá ser de forma horizontal con capacidad 20 litros. Con nivel magnético, boca de carga y presurizando con sus correspondientes válvulas de bloqueo, todo en acero inoxidable ANSI 316 diseñados para presiones de trabajo hasta 4 bar según código ASME VIII.

El gabinete deberá ser construido de Acero al carbono con cerradura, revestido con pintura epóxica conteniendo la bomba y el sistema de control.

La estructura del soporte del depósito del odorante será construido sobre un perfil de acero al carbono revestida con pintura epóxica.

Deberá Contar con boquilla de inyección para instalar en el punto de odorización, su diseño permite micro boquillas de inyección a bajos pulsos de bombeo y una odorización mucho más estable.

3.12.3.1 Bomba odorizadora modelo LUM.

Odorizador por inyección modelo SOS LU 1.1 AFL 50 TQ 5 PS con sistema de control FL 50 y panel solar.

Las características técnicas son la siguiente:

- Caudal máximo: 45 cc.
- Rango de embolada: 0,03 a 0,07 cc.
- Presión de operación máxima: 310 PSI.
- Accionamiento electro neumático con válvulas solenoide
- Material de cuerpo: Ac. Inoxidable.
- Material de sellos: Teflón – kevlar.
- Válvula de retención: Doble cierre con bolas de cerámica.
- Diseño según API 678.

3.12.3.2 Controlador FL 50.

Retrata de sistema de control microprocesador modelo FL 50 aprobado según norma seguridad intrínseca Eex ia bis B T4 acto para áreas Clase 1 Div 1 y 2 según Normas IEC certifica por INTI CITEI norma europea Clase I zonas 1 y 2. Grupos II B – II A, norma Americana Apta para Clase 1 y 2 grupos C, D.

3.12.3.3 Modo de funcionamiento.

- Según señal de caudal 1-5 V o pulsos.
- Programación Horaria-semanal.

3.12.3.4 Electro válvula solenoide.

Para comando de bomba de 12 Vcc aprobada según norma seguridad intrínseca Eex ia IICT4 actas para áreas Clase 1 Div II zonas 0,1 , 2 Grupos II C II B y IIA, norma Americana Apta para Clase 1 Div 1 y 2 grupos A, B, C, D.

3.12.4 Válvulas tipo aguja.

- Acero inoxidable (S: S: 316) de acuerdo a normas ASTM A351. con drenaje, para 2000# de régimen de presión de trabajo de 1000 PSI. De diámetro 1/2 ” DN., con extremos roscado NPT, vástago ascendente de acero inox. A 38 HCR min.

3.12.5 Válvula tipo esférica.

- Válvula bridada tipo esférica de 2“DN. ANSI 600, paso total, de acero al carbono según norma ASTM A216 Grado WCB, con asiento de teflón y sello blando.
- Válvula bridada tipo esférica de 2“DN. ANSI 150, paso total, de acero al carbono según norma ASTM A216 Grado WCB, con asiento de teflón y sello blando.

Las válvulas con ranura guiada, los bujes de los ejes de las esferas tendrán un bajo coeficiente de rozamiento y deberán ser de un material o combinaciones de materiales que resistan el empuje de la esfera cuando actué sobre esta la máxima presión diferencial establecida en cada una de las series indicadas en la ANSI B16.5.

Los asientos de las válvulas serán de TFE (teflón) o elastómero el que será compatible con las condiciones de trabajo solicitado y serán diseñadas de forma tal que asegure el sellado aun en caso de daños y desgastes del inserto.

3.12.6 Accesorios soldables.

- a) Tipo
 - Los de normas ANSI B16.9 y B16.28.

b) Materiales

- Acero al carbono API 5L Grado B Construcción sin costura o soldada.

c) Diámetro

- 2" DN

3.12.7 Bulones y tuercas.

El material del espárrago será de acero ferrítico al cromo molibdeno, designación ASTM A 193 grado B 7 o designación IRAM 4140-4142-4145.

El material de la tuerca será de acero ferrítico al carbono, designación ASTM A 194 grado 2 H o designación IRAM 1042 104 X 1045.

Los espárragos serán totalmente roscados con rosca whitworth gas según norma IRAM 5063 o rosca 8 UN o norma ANSI B 1 cuando corresponda.

El largo de los mismos se ajustará a lo indicado por la norma ANSI B 16.5 y las tuercas se ajustarán a lo indicado por la norma ANSI B 18. Las tuercas y los espárragos llevarán grabado el grado del material y el tipo de rosca.

a) Bulones / esparrago

- Bulones según norma ASTM A 193 grado B7, de 5/8" diam. x 4 de longitud para brida con resalto RF, 2 "DN, ANSI B1,1.
- Rosca ANSI B1,1 Ajuste Clase 2" en toda su longitud según Gruesa (UNC) Hasta 4 y diámetro de (5/8").

b) Tuercas

- Tuercas con cabeza hexagonal según norma ASTM AL94 grado 2H Para prisionero de 5/8 " de diámetro, ANSI 600
- Tuercas con cabeza hexagonal según norma ASTM AL94 grado 2H, Para prisionero de 5/8 " de diámetro, ANSI 150

- El material será de acero férrico al carbono, tratado térmicamente con lo indicado en la norma.

3.12.8 Característica del manómetro.

a) Manómetro de entrada al P.R.M.

- Bourdon de acero inoxidable (S.S.316) de 3 ½” de diámetro de dial, caja de acero inox. Pulido. Escala (0 – 2000) PSI. Conexión a ½” DN, rosca NPT.

b) Manómetro intermedio

- Bourdon de acero inoxidable (S.S.316) de 3 ½” de diámetro de dial, caja de acero inox. Pulido. Escala (0 – 1000) PSI. Conexión a ½” DN, rosca NPT.

c) Manómetro de salida del P.R.M.

- Bourdon de acero inoxidable (S.S.316) de 3 ½” de diámetro de dial, caja de acero inox. Pulido, Escala (0 – 100) PSI. Conexión a ½” DN, rosca NPT.

3.12.9 Empaquetadura aislante.

- Empaquetadura aislante para brida con resalto RF del grupo I de clasificación código ASME Sec. VIII, división I, de diámetro 2” DN, ANSI 600 – ANSI 150.

3.12.10 Tubería de acero.

a) Tipo

- La tubería de acero soldable sin costura debidamente fabricada y aprobada bajo licencia del instituto American del Petróleo (API). Diámetro de 2” DN. Diseño según norma API 5L grado A o B o ASTM A53.

b) Diseño

- Según normas de API 5L grado B extremos biselados.

- c) Presión de Prueba
 - 95% de la tensión de fluencia.

- d) Longitud
 - 12 metros/unidad.

- e) Diámetro
 - 2" DN.

- f) Fluido
 - Gas Natural

- g) Varios
 - Deberá sujetarse a las siguientes condiciones, no deberá estar estampados ningún tipo de metal en sus paredes (Exterior y interior) y todas las marcas deberá ser pintadas solo exteriormente de la tubería y cerca de sus extremos
 - No llevara ningún tipo de revestimiento ni junta de soldadura. (Las propiedades químicas de la tubería deben ajustarse a la tabla 2.1 de las normas API 5L)
 - Deberá tener los bordes adecuadamente biselados para la soldadura, en concordancia con las especificaciones API 5L.

3.12.11 Sistema anti-explosivo.

- La instalación de la iluminación será del tipo anti-explosivo, apta para clase 1, división 1, según norma NFPA N° 70, y asegurará un nivel lumínico uniforme no inferior a 150 lux. Los materiales a emplear responderán a las normas UL o IRAM
- Se colocarán dos (2) interruptores, uno junto a cada puerta de acceso, en el interior del recinto con llaves de combinación que permitan el encendido o apagado total en forma independiente

- La puerta de acceso al recinto deberá garantizar una abertura mínima de 1100 mm. x 2000 mm, será de apertura hacia el exterior y poseerá cerradura de seguridad. El usuario podrá prever su acceso desde el establecimiento al recinto mediante una puerta de menor dimensión. En la puerta de acceso para personal de la Concesionaria y para el usuario se colocará un cartel con la leyenda “PROHIBIDO FUMAR”
- Se deberá colocar un extinguidor de fuego de polvo seco base potásica de 10 kg. de capacidad, construido e instalado según las disposiciones vigentes
- Se colocará un cartel de operaciones fijado en un punto que asegure su fácil lectura, en concordancia con la identificación de válvulas.

3.13 PRUEBAS Y ENSAYOS DEL PUENTE DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.

Una vez concluido el montaje del puente de regulación y medición, será necesario limpiar el interior de la cañería y accesorios que lo componen. Para este efecto se retiraran del puente de regulación y medición todos aquellos elementos que pudieran ser dañados, como ser medidor, reguladores, válvulas de seguridad, etc., y colocando carretes en estos lugares.

Primeramente se soplara el puente de regulación y medición con el gas a presión a objeto de eliminar tierra, suciedad u otras partículas de metal que puedan ocasionar daños en los instrumentos u otros instrumentos que requieran cuidado riguroso. Una vez asegurados que la instalación este completamente limpia, se procederá al rearmado del puente de regulación y medición, previo cierre de las válvulas de entrada y salida.

Luego de comprobarse un correcto montaje del puente de regulación y medición se debe abrir la válvula de entrada lentamente permaneciendo cerrada la de salida, de esta manera se permite el llenado o empaquetamiento del puente de regulación y medición. Cuando ello ocurra se debe proceder a verificar estanqueidad en el mismo. Esta verificación se realizará con agua jabonosa a lo largo de todas las uniones existentes, no se permite el uso de llama.

CAPITULO IV

MEMORIA DE CÁLCULO

4.1 CONSIDERACIONES IMPORTANTES.

El objetivo fundamental en el diseño de una red de distribución es hacer llegar el gas natural en condiciones óptima a cada punto de consumo.

El problema se abordará desde dos puntos de vista diferentes, a saber:

- **Diseño.** Es el que a partir de una serie de datos de consumo, se desea obtener los diámetros adecuados para las distribuciones de gas natural
- **Comprobación.** A partir de la instalación ya diseñada se desea conocer si cumple con las limitaciones de diseño impuestas o consideradas a juicio técnico.

Tanto si se desea diseñar, como si lo que se quiere es comprobar, es necesario tener en cuenta las siguientes pautas:

4.1.1 Condiciones de llegada del gas, a los puntos de consumo.

Es necesario tener en cuenta las siguientes condicionantes a la hora de hacer un diseño:

- **Facilidad de construcción.** Los materiales a utilizar, como diámetros y otros elementos, se encuentren fácilmente disponibles en el mercado, que se ajusten a las normas tanto en sus dimensiones como comportamiento
- **Mantenimiento.** Conseguir un buen mantenimiento de las instalaciones para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo, y a la vez que se facilite el mantenimiento preventivo
- **Economía.** No es suficiente hacer que la instalación funcione, ésta debe tener además, un costo razonable, evitando en lo posible el sobredimensionamiento.

4.1.2 Condiciones del suministro.

1 Consumos:

Generalmente este es el principal condicionante en el funcionamiento de la instalación. El caudal a suministrar en cada uno de los nudos de la instalación se puede estimar basándose:

- **Tipo de suministro.** Residencial, comercial e industrial
- **La zona climática.** Llanos, tropical, y árida
- **Tipo de aparatos (gasodomestico) a ser usados.** Cocinas, estufas, hornos, calentadores de agua (de paso y de acumulación), secadoras de ropa, equipos de aire acondicionado, neveras, asadores, chimeneas, etc.

Definidos los artefactos a ser instalados (Ver TABLA 4.1), se deberá hacer el análisis de los factores de simultaneidad para cada aparato seleccionado.

Los coeficientes de simultaneidad para el cálculo de consumos de los artefactos, se tomaron los datos de la American Gas Association “AGA”, para poblaciones con más de 1000 usuarios.

- Cocina0.14
- Calentador de agua..... 0.29

En los casos en que los usuarios sean un número inferior a 1000, se usará el factor de simultaneidad para la cocina y calentador de agua, propuesto por el Tratado Argentino de Gas Natural:

$$f_s = \frac{n + 2}{n * 3} \tag{4.1}$$

Donde:

n = Número de usuarios

f_s = Factor de simultaneidad para cocina y calentador de agua

Adicionalmente, hay que tener en cuenta no sólo a los habitantes actuales de las zonas que se desea urbanizar, sino también realizar una prevención de un posible crecimiento de la población a la que habrá que abastecer desde la red secundaria que se está calculando.

De tal forma se tomará el promedio de los resultados de tres fórmulas matemáticas para el cálculo de la población futura. Es decir los Métodos Geométrico, Aritmético y Wappaus.

2 Suministros de la red:

Una red de gas natural es alimentada por uno o varios puntos. Dichos puntos suelen ser abastecidos de red primaria de la compañía distribuidora o bien de otras redes primarias de transporte capaces de proporcionar gas natural a las instalaciones.

En efecto dos suministros con presiones muy diferentes pueden producir circulaciones entre ellos, debido a la diferencia de presiones. Si no existe entre ellos una carga lo suficientemente grande para paliar esta diferencia, puede producirse un trasvase de gas de uno a otro. Por tanto se deberá evitar en lo posible diseñar con muchos puntos de suministro, y en caso de que sea necesario, se los tendrá que situar de forma tal que estén lo más separados posibles.

3 Velocidades en las conducciones:

El reglamento de diseño, construcción, operación e instalación de redes de gas natural de nuestro país restringe las velocidades según su presión y zona de red bajo los siguientes criterios:

- En tramos de equipos de medición: 15 m/seg.
- En tramos de red nueva: 20 m/seg.
- En tramos extremos de la red sin posibilidad de expansión: 40 m/seg.

La fórmula a emplear en el diseño de la red para calcular la velocidad del gas será:

$$v = 365,35 \frac{C}{d^2 P} \quad (4.2)$$

Donde:

v = Velocidad de circulación (m/seg).

C = Caudal de gas normal (m^3/h).

P = Presión absoluta de calculo (Kg/cm^2).

d = Diámetro interno de la cañería (mm).

4.2 CAUDAL DE DISEÑO.

4.2.1 Caudal pico residencial o domestico.

El caudal pico horario residencial se encuentra estrechamente ligado a la cantidad de artefactos o gasodomesticos que el usuario emplea en horarios críticos de máximo consumo. El requerimiento energético de los más comunes estimados para esta zona son los siguientes.

a) Artefactos más comunes

TABLA 4.1
CONSUMO MEDIO DE ARTEFACTOS DOMÉSTICOS

| ITEM | ARTEFACTOS | CONSUMO Kcal/h |
|----------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | COCINAS | |
| 1.1 | Quemadores de hornallas chicos | 900.00 |
| 1.2 | Quemadores de hornallas medianos | 1300.00 |
| 1.3 | Quemadores de hornallas grandes | 2000.00 |
| 1.4 | Quemadores de hornos | 3250.00 |
| 2 | CALENTADORES DE AGUA | |
| 2.1 | De 5 [litros/min.] | 9000.00 |
| 2.2 | De 8 [litros/min.] | 12000.00 |
| 2.3 | De 10 [litros/min.] | 15500.00 |
| 2.4 | De 12 [litros/min.] | 18500.00 |
| 2.5 | De 14 [litros/min.] | 21700.00 |
| 2.6 | De 16 [litros/min.] | 24750.00 |

Fuente: Tratado general del gas.

b) Poder Calorífico del GN

El poder calorífico del Gas Natural es de 9300 Kcal/m³.

c) Factor de simultaneidad

El factor de simultaneidad a usarse dependerá del número de usuarios proyectados.

- **Usuarios > 1000** (Valores propuestos por American Gas Association AGA)
- **Usuarios < 1000** (Valores propuestos por el Tratado Argentino de Gas Natural).

Entonces la ecuación para calcular el consumo pico residencial será:

$$Q_r = N_r (P_c / G * F_c + P_{ca} / G * F_{ca}) \quad (4.3)$$

Donde:

| | | |
|----------|---|------------------------|
| Q_r | = Caudal pico residencial. | [m ³ /h] |
| N_r | = Número de usuarios residenciales. | [Adimensional] |
| P_c | = Potencia de la cocina de 4 hornallas. | [Kcal/h] |
| P_{ca} | = Potencia del calentador de agua. | [Kcal/h] |
| G | = Poder calorífico del gas Natural. | [Kcal/m ³] |
| F_c | = Factor de simultaneidad de la cocina. | [Adimensional] |
| F_{ca} | = Factor de simultaneidad del calentador de agua. | [Adimensional] |

4.2.2 Caudal pico comercial.

Para efecto de modelamiento de las redes secundarias y el calculo hidráulico de las mismas, se determino emplear un caudal pico comercial, promediando los consumos históricos comerciales de los últimos años registrado por la distribuidora, y por ser una cantidad variable en cada región, época del año y consumidores que pertenecen a esta categoría, adoptamos para fines del estudio un valor de **6,67 m³/h.**

Según datos históricos de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, el porcentaje departamental aproximado de usuarios comerciales al 2012 es de 1,5%, por ser esta cantidad variable en cada región, y para determinar la cantidad de usuarios viables a pertenecer a esta categoría, adoptamos para fines de estudio, que el 2% del total de usuarios son aptos a pertenecer a esta categoría, porcentaje que se utilizara para la proyección del numero de usuarios comerciales en la población.

4.2.3 Caudal industrial.

El caudal industrial no será considerado en el diseño de las redes de distribución de gas natural secundaria, debido a que este tipo de consumo es siempre abastecido por redes primarias de alta presión, por lo tanto se excluye a los consumos industriales.

4.3 PRESIONES DE SUMINISTRO.

Las presiones máximas y mínimas de diseño del sistema son las siguientes:

- Presión máxima de servicio:... 4 bar. → (60 Psi)
- Presión de diseño:..... 4 bar. → (60 Psi)
- Presión mínima de servicio:.... 0.5 bar. → (7.25 Psi).

4.4 DESARROLLO DEL PROYECTO DE PALOS BLANCOS DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS.

4.4.1 Cálculo de la demanda de gas.

4.4.1.1 Características del área consolidada de la localidad.

La primera actividad realizada en este estudio, fue delimitar en el plano general de la población el área de emplazamiento del proyecto. Esta área es aquella que cuenta con las siguientes características, las mismas que hacen viable técnica y económicamente el desarrollo de redes de Gas Natural.

- Sus vías públicas se encuentran bien definidas.

- Cuentan con servicios básicos de agua y alcantarillado, en parte de la comunidad.
- Todos los predios de cada manzano cuentan con por lo menos un bloque construido.

4.4.1.2 Periodo de diseño.

A objeto de no provocar un sobredimensionamiento inicial que incida directamente en el costo de inversión del proyecto y lograr la máxima utilización de la capacidad instalada, se tomara un horizonte de diseño de 20 años (2012 – 2032).

4.4.1.3 Información estadística del INE.

En el caso del presente estudio es muy importante considerar el número de hogares constituidos y no así la población, ya que el producto del proyecto tiene como unidad de medida la vivienda y no así el individuo, considerando una residencia como un potencial consumidor. Es así que el total de viviendas para la gestión 2001 es de 114 viviendas según el Instituto Nacional de Estadística INE, con una tasa de crecimiento poblacional de 0,92% anual, fuente Plan de Desarrollo Municipal Localidad de Entre Ríos. Por lo que se considera para desarrollar las proyecciones del número de viviendas, utilizar tres métodos de proyección como ser: Método Wappaus, Método Geométrico utilizado por el INE, y el Método Aritmético, para posteriormente obtener el promedio de los tres métodos.

Ciertamente el crecimiento poblacional, no es directamente proporcional al crecimiento de viviendas y mucho menos al crecimiento de la mancha urbana, para fines de este estudio se ha adoptado un factor de corrección para el índice de crecimiento poblacional, cuyo valor técnicamente razonable, permitirá poder proyectar en número de viviendas.

Dicho factor variará según el tamaño de la población, donde no será de relevancia en poblaciones pequeñas, y muy importante en centros urbanos más desarrollados. El total de viviendas calculadas según los métodos descritos deberá ser determinado y ajustado de acuerdo a las consideraciones siguientes:

**TABLA 4.2
FACTOR DE CORRECCIÓN**

| ÍTEM | TAMAÑO DE POBLACIÓN | FACTOR DE CORRECCIÓN |
|------|---|----------------------|
| 1 | Poblaciones pequeñas hasta 1.000 viviendas proyectadas | 1.00 |
| 2 | Poblaciones medianas más de 1.000 viviendas proyectadas | 0.80 |
| 3 | Poblaciones grandes más de 20.000 viviendas proyectadas | 0.70 |
| 4 | Poblaciones flotantes (*) | 0.65 |

Fuente: Elaboración propia.

(*) **Población flotante:** se refiere a la población ocasional que significa un aumento notable y distinto a la población Natural o vegetativa.

**TABLA 4.3
DATOS GENERALES**

| ITEM | DESCRIPCIÓN | VALOR | FACTOR DE CORRECCIÓN | TASA DE CRECIMIENTO VIVIENDAS |
|------|---------------------------------|-------|----------------------|-------------------------------|
| 1 | Tasa de crecimiento | 0.92 | 0.92 * 1 | 0.92 |
| 2 | Total de viviendas para el 2001 | 114 | -- | -- |

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinada la tasa de crecimiento de viviendas, procedemos a desarrollar los métodos de proyección citados anteriormente.

4.4.1.4 Proyección de las viviendas.

Método Wappaus:

$$V_f = V_o \left(\frac{200 + i * t}{200 - i * t} \right) \quad (4.4)$$

| DETALLE | DATOS |
|-------------------------------------|--------------------|
| V_f = Viviendas Final | V_f = ? |
| V_o = Viviendas Inicial | V_o = 114 |
| i = Tasa de Crecimiento viviendas | i = 0.92 |
| t = Tiempo de proyección | t 2001-2012 = 11 |
| | t 2001-2032 = 31 |

Donde:

- V_f = Viviendas Final
- V_o = Viviendas Inicial
- i = Tasa de Crecimiento viviendas
- t = Tiempo de estimación

Por lo tanto se presentan los siguientes datos desarrollando la fórmula:

Número de viviendas al 2012:

$$V_f = 114 * \left(\frac{200 + 0.92 * 11}{200 - 0.92 * 11} \right)$$

$$V_f = 126.15.-$$

Número de viviendas al 2032:

$$V_f = 114 * \left(\frac{200 + 0.92 * 31}{200 - 0.92 * 31} \right)$$

$$V_f = 151.92.-$$

**TABLA 4.4
MÉTODO WAPPAUS**

| ITEM | DESCRIPCIÓN | AL 2012 | AL 2032 |
|------|-------------|---------|---------|
| 1 | Viviendas | 126.15 | 151.92 |

Método Geométrico:

$$V_f = V_o \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t \quad (4.5)$$

Donde:

- V_f = Viviendas Final
- V_o = Viviendas Inicial
- I = Tasa de Crecimiento viviendas
- t = Tiempo de proyección.

Por lo tanto se presentan los siguientes datos desarrollando la fórmula:

Viviendas al 2012:

$$V_f = 114 * \left(1 + 0.92/100 \right)^{11}$$

$V_f = 126.08.-$

Viviendas al 2032:

$$V_f = 114 * \left(1 + 0.92/100 \right)^{31}$$

$V_f = 151.43.-$

**TABLA 4.5
MÉTODO GEOMÉTRICO**

| ITEM | DESCRIPCIÓN | AL 2012 | AL 2032 |
|------|-------------|---------|---------|
| 1 | Viviendas | 126.08 | 151.43 |

*Método utilizado por el INE

Método Aritmético:

$$Vf = Vo \left(1 + \frac{i * t}{100} \right) \quad (4.6)$$

Donde:

- Vf = Viviendas Final
- Vo = Viviendas Inicial
- i = Tasa de Crecimiento viviendas
- t = Tiempo de estimación

Por lo tanto se presentan los siguientes datos desarrollando la fórmula:

Viviendas al 2012:

$$Vf = 114 * \left(1 + 0.92 * 11/100 \right)$$
$$Vf = 125.54.-$$

Viviendas al 2032:

$$Vf = 114 * \left(1 + 0.92 * 31/100 \right)$$
$$Vf = 146.51.-$$

**TABLA 4.6
MÉTODO ARITMÉTICO**

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | AL 2012 | AL 2032 |
|------|-------------|---------|---------|
| 1 | Viviendas | 125.54 | 146.51 |

Una vez desarrollados los tres métodos de cálculo de viviendas y ajustados con el factor de corrección, determinamos el promedio de los resultados de los tres métodos para obtener el total proyectado de viviendas.

**TABLA 4.7
PROYECCIÓN PROMEDIO DE LAS VIVIENDAS
(2012 – 2032)**

| CIUDAD DE CARAPARI | | VIVIENDAS AL 2012 | VIVIENDAS AL 2032 |
|------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| METODO WAPPAUS | | 126.15 | 151.92 |
| METODO GEOMETRICO | | 126.08 | 151.43 |
| METODO ARITMETICO | | 125.54 | 146.51 |
| | SUMATORIA | 377.77 | 449.86 |
| | PROMEDIO | 125.92 | 149.95 |
| TOTAL VIVIENDAS | | 126 | 150 |

4.4.2 Cálculo del caudal de diseño.

4.4.2.1 Características generales de Palos Blancos.

- Elevación de “Palos Blancos” 720 (m.s.n.m.)
- Temperatura media..... 19 (°C)
- Presión de inicio 60 (Psi)

4.4.2.2 Características del gas de distribución.

**TABLA 4.8
PORCENTAJE DE LOS COMPONENTES DEL GAS**

| COMPONENTES | FÓRMULA | (%) |
|--------------------------|--------------------------------|--------|
| Metano | CH ₄ | 85.59 |
| Etano | C ₂ H ₆ | 6.90 |
| Propano | C ₃ H ₈ | 3.23 |
| Butano | C ₄ H ₁₀ | 1.05 |
| Pentanos | C ₅ H ₁₂ | 0.68 |
| Hexanos | C ₆ H ₁₄ | 0.85 |
| Heptanos y superiores | - | 1.70 |
| Totales | | 100.00 |
| Gravedad especifica | | 0.65 |
| Poder calorífico, (BTU.) | | 1.104 |

Fuente: EMTAGAS.

4.4.2.3 Consideraciones preliminares.

En la planilla de cálculo para el caudal de diseño se consideró los siguientes parámetros:

- Los usuarios residenciales, usan cocinas con 4 quemadores y un horno pequeño
- Un 100% del usuario residencial usará un aparato calentador de agua.
- Se proyecta que el 2% de los usuarios de Palos Blancos serán de tipo comercial.

4.4.2.4 Requerimiento energético de los aparatos considerados por el estudio.

Los artefactos mas utilizados por los habitantes en el área de influencia del proyecto son:

**TABLA 4.9
DETERMINACIÓN DEL CONSUMO POR USUARIO**

| ITEM | ARTEFACTO | CARACTERÍSTICAS | | POTENCIA DE DISEÑO | CAUDAL DE DISEÑO |
|--------------|--------------------|-----------------|-----------|--------------------|-------------------|
| | | | | Kcal./h | m ³ /h |
| 1 | Cocina con horno | 4 | Hornallas | 8450 | 0,91 |
| 2 | Calentador de agua | 8 | Litros | 12000 | 1,29 |
| TOTAL | | | | | 2,20 |

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.5 Factor de simultaneidad.

El cálculo del factor de simultaneidad para cocina y calentador de agua en el caso de usuarios inferiores a 1000 se calculó con la ecuación (4.1).

$$f_s = \frac{150 + 2}{150 * 3} \Rightarrow f_s = 0.34$$

Donde:

Número de Usuarios proyectados al año 2032 = 150
Factor de Simultaneidad cocina y calentador = 0.34

4.4.2.6 Caudal pico residencial y comercial.

Para el cálculo del caudal pico residencial y comercial, es necesario determinar el número de usuarios residenciales y comerciales que comprende el proyecto.

Como se anticipó en los anteriores subtítulos; el número de viviendas proyectadas al 2032 son de 150, donde el porcentaje de usuarios comerciales es del 2%, de acuerdo a lo establecido en el numeral 4.2.2 por lo tanto tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Total de usuarios proyectados al 2032} &= 150 \\ \text{Numero de usuarios Residenciales } (N_r) &= 150 - 3 = 147 \\ \text{Numero de usuarios Comerciales } (N_c) &= 0.02 * 150 = 3 \end{aligned}$$

a) Caudal pico residencial o domestico.

La determinación del caudal pico horario, es la estimación del consumo máximo en la hora de mayor demanda.

Para determinar este caudal nos valemos de la siguiente ecuación (4.3).

$$Q_r = N_r (P_c / G * F_c + P_{ca} / G * F_{ca}) \quad \Rightarrow \quad Q_r = 109.90 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Donde:

| | | |
|----------|---|-------------------------------|
| Q_r | = Caudal pico residencial. | = 109.90 [m ³ /h] |
| N_r | = Número de usuarios residenciales. | = 147 [Adimensional] |
| P_c | = Potencia de la cocina de 4 hornallas. | = 8450 [Kcal/h] |
| P_{ca} | = Potencia del calentador de agua. | = 12000 [Kcal/h] |
| G | = Poder calorífico del gas Natural. | = 9300 [Kcal/m ³] |
| F_c | = Factor de simultaneidad de la cocina. | = 0.34 [Adimensional] |
| F_{ca} | = Factor de simultaneidad del calentador de agua. | = 0.34 [Adimensional] |

b) Caudal pico comercial

Como se había indicado en el numeral 4.2.2, el caudal pico comercial se determino promediando los consumos históricos comerciales de los últimos años registrado por la distribuidora, y por ser una cantidad variable en cada región, época del año y consumidores que pertenecen a esta categoría, adoptamos para fines del estudio un valor de 6.67 m³/h.

$$Q_c = N_c * 6.67 \quad \Rightarrow \quad Q_c = 20.01 \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (4.7)$$

Donde:

| | | | |
|-------|-----------------------------------|---------|---------------------|
| Q_c | = Caudal pico comercial. | = 20.01 | [m ³ /h] |
| N_c | = Número de usuarios comerciales. | = 3 | [Adimensional] |

4.4.2.7 Caudal de diseño.

Habiendo determinado el número de usuarios proyectados, el consumo estimado residencial y comercial, y por último aplicando las consideraciones preliminares asumidas, ya podemos determinar el caudal de diseño, base elemental para el dimensionamiento de la red.

El caudal de diseño se obtiene de la suma del caudal pico Residencial y caudal pico Comercial.

$$Q_d = Q_r + Q_c \quad \Rightarrow \quad Q_d = 129.91 \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (4.8)$$

Donde:

| | | | |
|-------|---------------------------|----------|---------------------|
| Q_d | = Caudal de diseño. | = 129.91 | [m ³ /h] |
| Q_r | = Caudal pico residencial | = 109.90 | [m ³ /h] |
| Q_c | = Caudal pico comercial. | = 20.01 | [m ³ /h] |

**TABLA 4.10
DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO**

| POBLACIÓN | NÚMERO DE USUARIOS RESIDENCIALES | NUMERO DE USUARIOS COMERCIALES | CAUDAL PICO RESIDENCIAL (Qr) m³/h | CAUDAL PICO COMERCIAL (Qc) m³/h | CAUDAL DE DISEÑO (Qd) m³/h |
|------------------|---|---------------------------------------|---|---|--|
| Palos Blancos | 147 | 3 | 109.90 | 20.01 | 129.91 |

Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones:

- Porcentaje de Usuarios Comerciales..... 2 %

4.4.2.8 Distribución de cargas.

La distribución de cargas se determino tomando en cuenta la densidad poblacional, es decir a mayor densidad poblacional, mayor será la demanda. En el caso de la población de Palos Blancos, no admite realizar una discriminación que nos permita clasificar zonas o barrios de distintos consumos, es decir que usuarios zonificados demanden consumos significativos de este energético, dadas las características y cantidad de usuarios de dicha población, por ser relativamente pequeña.

De esta manera se realizara una distribución equitativa a todos los nudos de la red, donde la distribución de cargas se obtiene de la división del caudal de diseño entre el número de nudos, como se indica en la TABLA 4.11.

**TABLA 4.11
DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN LA RED**

| Nº | BARRIO AREA URBANA | Nº DE NUDOS | CARGA m³/h | CARGA POR NUDO m³/h |
|-----------|---------------------------|--------------------|----------------------------------|---|
| 1 | Palos Blancos | 53 | 129.91 | 2.45 |

Fuente: Elaboración propia.

4.5 INGENIERIA DEL PROYECTO.

4.5.1 Puntos de abastecimiento (PRM).

La estación de válvulas del poliducto cuenta con una derivación destinada a conectarse con el PRM que reducirá hasta la presión de servicio.

Por tanto la ubicación del nuevo PRM será contigua a la estación de válvulas del poliducto.

4.5.2 Diseño de la red de distribución.

Para el diseño de la red de distribución primeramente se tubo que delimitar en el plano general de la población de Palos Blancos, toda el área de emplazamiento del proyecto que presenta un crecimiento regularmente planificado, sin muchas dificultades para el diseño, ya que presenta como resultados características que hacen viable técnica y económicamente el desarrollo del proyecto de redes de gas natural.

Entre algunas características podemos mencionar que su vía publica se encuentra bien definida, además cuenta con servicios básicos de agua y alcantarillado en parte de la comunidad y finalmente todos los predios de cada manzano cuentan con por lo menos un bloque construido.(Plano N°1 ANEXO N°2).

El diseño de la red de distribución principalmente radica en encontrar una economía en la distribución de la tubería, es decir, que se prescinde colocar línea en lugares donde se alimenta a una misma casa por dos calles, también se economiza en lugares donde visiblemente no existen usuarios, ya que existe una dispersión de casas en cuadras que están en proceso de urbanización. (Ver Plano N°2, ANEXO N°2).

4.5.3 Requerimiento de material.

Haciendo una cuantificación de los materiales requeridos para este proyecto se extractan las siguientes tablas: (Ver Plano N°3, ANEXO N°2).

**TABLA 4.12
LONGITUD TOTAL DE LA RED**

| ITEM | DESCRIPCIÓN | RED DE P.E. Mts. | TOTAL Mts. |
|--------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Tubería de 40 mm. de PE | 6467 | 6467 |
| 2 | Tubería de 63 mm. de PE | 44 | 44 |
| TOTAL | | 6511 | 6511 |

**TABLA 4.13
CUANTIFICACIÓN DE ACCESORIOS DE PE**

| Nº | ITEM | UNIDADES | ACCESORIOS ELECTROFUSIÓN |
|-----------|----------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| 1 | TEES | | |
| | Tee de 40 mm | Pza. | 27 |
| 2 | TAPONES | | |
| | 40 mm | Pza. | 26 |
| 3 | CUPLA DE REDUCCIÓN | | |
| | 63 x 40 mm | Pza. | 2 |
| 4 | CUPLAS NORMAL | | |
| | 63 mm | Pza. | 3 |
| | 40 mm | Pza. | 81 |
| 5 | VÁLVULAS DE BLOQUEO | | |
| | 40 mm | Pza. | 6 |

4.5.4 Cálculo de la red de distribución.

El calculo, diseño y dimensionamiento de una red de distribución de GN esta basado en modelos matemáticos aplicados a la mecánica de fluidos. En la actualidad, existen software como el GasWorks, GasCalc, Cypecad, que brindan la facilidad de realizar el cálculo de grandes redes de tuberías que transportan GN.

En el presente proyecto, se utilizó el programa CYPECAD para realizar el cálculo del dimensionamiento de la red secundaria en el sector del proyecto.

Para la aplicación de esta herramienta, se requieren ciertas variables que regirán el comportamiento de ciertos escenarios de análisis, entre los que se mencionan a continuación:

- Población proyectada.
- Materiales de la obra.
- Terrenos de la obra.
- Presión de servicio.
- Densidad relativa del gas.
- Coeficiente Renouard cuadrático.
- Coeficiente de velocidad.
- Coeficiente de compresibilidad.
- Velocidad máxima.
- Presión mínima.
- Coeficiente de simultaneidad.
- Dotación por vivienda.

4.5.4.1 Metodología de cálculo.

El cálculo de la red secundaria de GN, se realizó mediante el software CYPECAD GAS – infraestructuras Urbanas, desarrollado por Cype Ingenieros S.A. de España, utilizado ampliamente en España y algunos países de Latinoamérica como Argentina, Uruguay y en nuestro país Bolivia.

El CYPECAD es un programa para el cálculo, diseño, comprobación y dimensionamiento automático de redes de gas (malladas, ramificadas y mixtas). Cuyo objetivo es hacer llegar el gas a cada punto de consumo. Esta aplicación permite el acceso dinámico de los datos y la verificación de los resultados de cálculo.

La grafica en los planos presentan los siguientes resultados de la Red:

- Caudales en los tramos.
- Caudales de consumo en nudos.
- Presiones en los nudos.
- Velocidad en los tramos.
- Perdida de presión en los tramos.
- Longitud de los tramos.
- Diámetro de los tramos.

El cálculo de la red secundaria se efectúa en base a la relación de los consumos picos, con respecto a los diversos nudos de la red proyectada, los mismos que fueron obtenidos en base al consumo de la densidad demográfica del sector.

Una vez que se determino los consumos en cada nudo de la red, se procedió a calcular la caída de presión en los diferentes tramos utilizando la formula de Renouard cuadrática para presiones de servicio mayor a 0.10 bar.

Formula de Renouard Cuadrática.

$$P_1^2 - P_2^2 = CRc. dr.L.Q^{1,82}.D^{-4,82}$$

Donde:

P_1 y P_2 = Presiones absolutas en el origen y extremo en (bar).

CRc = Coeficiente de Renouard Cuadrático, igual a 48.60

dr = Densidad relativa del gas, igual a 0.65

L = Longitud de calculo de la conducción en (m)

Q = Caudal en (m³/h)

D = Diámetro interior de la conducción en (mm).

4.5.4.2 Cálculo de las presiones.

El cálculo de las presiones se efectúa una vez obtenidos los diámetros adoptados y los caudales definitivos, para la determinación de las presiones de emplea la siguiente ecuación:

$$P^2 = P_1^2 - P_2^2$$

$$P_2 = (P_1^2 - P^2)^{1/2}$$

$$P_2 = \left[P_1^2 - (P_1^2 - P_2^2) \right]^{0.5}$$

4.5.4.3 Evaluación.

Finalmente con los resultados obtenidos se efectúa la verificación de las velocidades de circulación del gas en cada tramo y las presiones en los nudos (especialmente los extremos). En función a ello, los diámetros asumidos inicialmente podrán ser mantenidos o modificados.

$$V = \frac{365,35 \cdot Q}{P_s \cdot D^2} Z$$

Donde:

V = Velocidad del gas en la conducción en (m/s)

Q = Caudal en (m³/h)

P_s = Presión de servicio en (bar)

D = Diámetro interior de la conducción en (mm).

Z = Coeficiente de compresibilidad del gas. Por debajo de los 5 bares se suele considerar igual a 1.

4.5.4.4 Unidades empleadas por el programa.

El programa solicita los datos en una serie de unidades, si bien internamente utiliza las unidades requeridas por la formulación. Las unidades empleadas se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 4.14
UNIDADES EMPLEADAS POR EL PROGRAMA**

| ITEM | MAGNITUD | PETICIÓN Y RESULTADOS | OPERACIÓN |
|-------------|-----------------|---|---|
| 1 | L (Longitud) | Metros (m) | Metros (m) |
| 2 | D (Diámetro) | Milímetros (mm) | Milímetros (mm) |
| 3 | Q (Caudal) | Metros cúbicos por hora (m ³ /h) | Metros cúbicos por hora (m ³ /h) |
| 4 | P (Presión) | (bar) | (bar) |
| 5 | Pt (Potencia) | Kw | Kw |
| 6 | V (Velocidad) | Metros por segundo (m/s) | Metros por segundo (m/s) |

Fuente: Cype Ingenieros S.A. (2010).

4.5.4.5 Presentación de resultados del software.

Las planillas donde se muestran los resultados obtenidos del software CYPECAD, están contemplados en el ANEXO N°3 REPORTE DEL CÁLCULO HIDRULICO PALOS BLANCOS.

CAPITULO V

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL DOMICILIARIA

5.1 INTRODUCCIÓN.

El gas natural es transportado por medio de tuberías de acero de características especiales para redes primarias hasta 42 bar, en función de la clase de trazado, denominadas redes de alta presión. Dentro de las ciudades y poblaciones en general la distribución del gas se ramifica, formando lo que se denomina redes de distribución de gas natural secundaria.

Generalmente las redes se construyen formando mallas cuadradas, originando una especie de reticulado de cañerías que circulan por veredas o calles, a una presión nominal de 4 bar, (media presión), desde las cuales se distribuye a los domicilios a través de la prolongación domiciliaria o acometida, externa a la vivienda del usuario, que deriva desde la tubería de la red de distribución secundaria, hasta el o los medidores.

En general el proyecto de la red se efectúa a presiones altas y se van reduciendo gradualmente, hasta llegar a la pequeña o baja presión que requieren los artefactos de consumo domiciliario.

Las instalaciones deben dimensionarse en función de la presión máxima que puede alcanzar, que se denomina presión de diseño, para la cual se seleccionan los materiales y aparatos de la misma.

En el presente capítulo se realizará el estudio de la *Instalación Domiciliaria Interna*, que es considerada a la misma, como los tramos de cañerías comprendidos entre 0,20 m. fuera de la línea municipal, hasta los artefactos de consumo.

La instalación interna se divide en dos partes fundamentales:

- Prolongación Domiciliaria o Acometida.
- Cañería Interna.

La *prolongación domiciliaria*, comprende las partes de cañerías desde 0,20 m. fuera de la línea municipal, hasta el o los medidores. (media presión 4 bar.).

La *cañería interna*, comprende las partes de cañerías desde el o los medidores a los artefactos de consumo. (baja presión 19 mbar.).

5.2 GAS NATURAL.

El gas natural es la fuente de energía fósil que ha conocido el mayor avance desde los años 70 y representa actualmente la quinta parte del consumo energético mundial.

Gracias a sus ventajas económicas y ecológicas, el gas natural resulta cada día más atractivo para muchos países. Las características de este producto, como por ejemplo su reducido intervalo de combustión, hacen de esta fuente de energía una de las más seguras del momento. El gas natural es considerado como el combustible fósil de este siglo, como lo fue el petróleo durante el siglo pasado y el carbón hace dos siglos.

El gas natural producido en los pozos petrolíferos se denomina gas natural húmedo. Está constituido por una mezcla de hidrocarburos en diferentes proporciones y presenta variaciones de un yacimiento a otro.

En el gas natural los mayores porcentajes de hidrocarburos corresponden al Metano y Etano. En condiciones normales de temperatura de 15.5° C y a una presión de una atmósfera, el Metano, Propano y Butano, se encuentran en estado gaseoso.

Desde el Pentano hasta los hidrocarburos más pesados se encuentran en estado líquido, pero como las proporciones de los mismos, dentro de lo que hemos denominado gas natural húmedo son muy pequeños, estos se encuentran incorporados en estado gaseoso, precisamente cuando aumenta el porcentaje de estos hidrocarburos pesados pentanos y superiores dentro del gas natural; se dice que el gas es cada vez más húmedo debido a la tendencia de ir condensándose cuando las temperaturas descienden o cuando las presiones con las que se trabajan se elevan considerablemente.

El gas natural húmedo al salir de los pozos petrolíferos debe ser procesado adecuadamente para su comercialización y no tener problemas en su transporte. Detallamos a continuación algunos métodos o procesos que se emplean para conseguir este objetivo:

- Compresión
- Absorción
- Adsorción.

De cualquiera de estos métodos o combinación de ellos, se extrae o remueve gran parte del Propano, Butano y prácticamente todos los pentanos y fracciones más pesadas, constituyendo estos condensados lo que se viene a denominar gasolina natural o condensado como nombre genérico.

El gas que sale de los procesos mencionados, además de perder el agua en suspensión que puede llevar, ya que está en condiciones de ser transportado y comercializado, se denomina gas natural, y es transportado en estado gaseoso principalmente a través de gasoductos.

Para poder licuar gas natural, deben utilizarse presiones encima de 46 atmósferas y bajando la temperatura de proceso hasta -86° C. Solo bajo estas presiones y temperaturas bajísimas, el gas natural pasa a estado líquido.

Como dato podemos indicar que un Kg. de gas natural en estado líquido produce 18.650 litros de gas. Una de las propiedades importantísimas, es que el gas natural es más liviano que el aire, por lo que implica menor riesgo y peligro.

5.2.1 Ventajas al obtener el servicio de gas natural domiciliario.

Entre las múltiples ventajas que ofrece este moderno servicio, se destacan las siguientes:

❖ Seguridad.

- La presión del gas natural en la línea interna del domicilio es menor a $\frac{1}{4}$ de libra por pulgada cuadrada y por tanto, 560 veces más baja que la presión que contiene una garrafa de gas licuado de petróleo (GLP), que tiene una presión del orden de 140

libras por pulgada cuadrada, por lo que el riesgo de explosiones al usar el gas natural se reduce en la misma proporción

- Se evita el peligro del manipuleo de las garrafas de gas licuado y de las mangueras de conexión a los artefactos, consiguientemente se minimiza la probabilidad de siniestros.
- El gas natural tiene un peso específico de 0,65 respecto al aire, al ser tan liviano se disipa rápidamente en la atmósfera; en tanto que el GLP tiene una densidad específica de 1,53 y por tanto es 2,56 veces más pesado que el gas natural. Por esta condición física en caso de fuga el gas licuado de petróleo - GLP, se concentra en el área inferior de las habitaciones, creando acumulaciones peligrosas
- El GLP tiene un contenido calorífico más alto que el del gas natural y consiguientemente es más inflamable. Por tanto, con el uso del gas natural el riesgo de mezcla explosiva con el aire, se reduce considerablemente
- Existen diversos mecanismos automáticos y manuales de seguridad incorporados en la red de distribución, que permiten cortar rápidamente el flujo de gas en casos de emergencia. En cada domicilio similares mecanismos de seguridad, consistentes en válvulas de cierre manual, una ubicada en la entrada del domicilio, para el corte general, y una en cada punto de conexión al o a los artefactos para corte individual, hacen que el sistema en su conjunto sea muy seguro en su operación
- El gas natural no tiene olor propio. Para su distribución se le agrega un odorante químico con olor típico y penetrante que permite una detección inmediata en caso de fuga. A pesar de su mal olor, el odorante no es tóxico
- Todos los materiales, accesorios y elementos que se emplean en la instalación de la red de distribución domiciliaria y en las instalaciones internas de las casas son fabricadas específicamente para este propósito, bajo rigurosas normas de calidad que garantizan la seguridad. Además todas estas instalaciones son realizadas por personal altamente calificado, sujeto a aprobación y fiscalización por parte de la Agencia Nacional de Hidrocarburos
- El personal de emergencias de EMTAGAS, está disponible a cualquier hora para atender llamadas de urgencia.

❖ **Continuidad y comodidad.**

- El servicio de distribución de gas natural por redes es permanente, con un flujo ininterrumpido las 24 horas del día, 365 días del año. Por lo que no existe posibilidad de desabastecimiento
- El gas natural llega sin interrupciones ni manipulación alguna hasta cada uno de los artefactos en que se usa, evitándose así la incomodidad, el riesgo y los costos adicionales que implica de la compra del gas licuado en garrafas
- El gas natural tiene una calidad uniforme y no está sujeto a adulteraciones en peso o calidad
- Al tener un flujo continuo, el gas natural llega a los domicilios, se consume y el volumen usado se mide a fin de mes, corriendo el plazo de pago de 30 días a partir de la facturación
- EMTAGAS cuenta con personal disponible las 24 horas para la atención de emergencias.




❖ **Económicos.**

- El pago por el servicio de gas natural es posterior al consumo. Existe un crédito automático de 60 días, pues las facturas por consumo se emiten a fin del mes en que se ha utilizado el consumo y se da un plazo de otros 30 días para su cancelación
- El volumen del gas natural consumido se realiza por medio de medidores de alta precisión, de manera que el usuario sabe que paga exclusivamente por el volumen realmente consumido, sin adulteración alguna de volumen
- Las cocinas, calefones y otros artefactos que actualmente funcionan con GLP, son convertidos para usarse con gas natural a un costo muy bajo, por los instaladores autorizados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos
- No existen los costos adicionales de manipuleo, transporte, etc. que actualmente tienen el GLP y otros combustibles alternos.

❖ **Ecológicos.**

- El gas natural tiene una combustión completa y limpia, por lo que prácticamente no genera emisiones de bióxido de azufre, el cual causa la lluvia ácida o partículas que son carcinogénicas
- Asimismo, el gas natural emite cantidades muchos menores de monóxido de carbono, hidrocarburos reactivos, óxidos de nitrógeno y bióxido de carbono, que otros combustibles fósiles
- Una manera en la que el gas natural contribuye significativamente al mejoramiento de la calidad del aire es en el transporte. Por ejemplo, los vehículos que funcionan con gas natural pueden reducir las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos reactivos hasta en un 90%, en comparación con los vehículos que utilizan gasolina o diesel como carburante.

**TABLA 5.1
VENTAJAS DEL GAS NATURAL RESPECTO A OTROS COMBUSTIBLES**

| ALTERNATIVAS | Alternativa 1 GLP | Alternativa 2 LEÑA | Alternativa 3 GAS NATURAL |
|-------------------------|---|--|---|
| CUALIDADES |  |  |  |
| Poder Calorífico | 22.380 Kcal./m3 | 3.000 Kcal./m3 | 9.300 Kcal./m3 |
| Gravedad Específica | 1,52 | ---- | 0,65 |
| Precio | 2,25 Bs./Kg. | 1 Bs./Kg. | 0,86 Bs./Kg. |
| Nivel de Contaminación | Medio | Alto | Bajo |
| Costo de Producción | Alto | Bajo | Medio |
| Dificultad de Obtención | Alta | Baja | Media |

5.2.2 Inconvenientes del gas natural domiciliario.

Como inconvenientes podríamos mencionar lo siguiente:

- El peligro de formación de mezclas explosivas, en caso de fugas
- Problemas de asfixia, por falta de oxígeno, en caso de fugas.

5.2.3 Principales usos del gas natural.

El uso de gas natural se constituye como una parte fundamental en la vida moderna, se podría decir que, el uso de éste energético permite caracterizar a una sociedad determinada, como atrasada, en vías de desarrollo o industrializada.

Este combustible hace posible el funcionamiento de miles de cocinas, hornos, industrias, automóviles, etc.; que pasan a ser parte de lo cotidiano, de lo indispensable en la medida que la sociedad se incorpora al mundo moderno buscando su desarrollo y bienestar.

Es utilizado como combustible barato.

- En industrias
- En comercios
- En domicilios o viviendas
- En vehículos.

Los artefactos deberán ser diseñados para uso de gas natural. (Cocinas, termo tanques, calefones, estufas, calderos, hornos, heladeras, lámparas, automotores debidamente transformados y todo tipo de artefacto de uso industrial), garantizándose de esta manera su correcto funcionamiento.

5.3 DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL GAS NATURAL EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA.

El gas natural en todo el departamento de Tarija, es distribuido y comercializado por la Empresa Tarijeña del Gas (EMTAGAS), proporcionando el servicio público de distribución, suministro y provisión de gas natural para consumo Domestico, Comercial Industrial y GNV.

Las actividades Técnicas de EMTAGAS están supeditadas a Reglamentos Técnicos para la Instalación y Distribución de Gas Natural elaborado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y aprobados mediante D. S. N° 28291.

EMTAGAS cuenta con redes secundarias y domiciliarias operando en las ciudades de Tarija, Yacuiba, Pocitos, Bermejo, Villamontes, El Puente, Carapari, San Lorenzo, Concepción y Entre Ríos.

5.3.1 Composición y propiedades del gas natural de distribución.

El análisis porcentual de composición del gas natural destinado a la distribución y comercialización en el departamento de Tarija por parte de EMTAGAS, son los que se indican en la TABLA 5.2, sin embargo esta composición varia según el yacimiento.

El poder calorífico es la cantidad de calor generada en la completa combustión del gas por unidad de masa o de volumen, a una presión constante de 1013 mbar (14.7 Psig) con los constituyentes de la mezcla combustible (gas combustible y aire de combustión secos y medidos previamente a las “condiciones estándar de referencia”) y los productos de combustión remitidos a las mismas condiciones estándar referencia”. El poder calorífico del gas natural es de 9300 Kcal/m³.

La densidad relativa del gas natural es la relación existente entre su peso especifico y el del aire, expresados ambos en las mismas condiciones de referencia de presión y temperatura.

La densidad relativa del gas natural es de 0.65.

TABLA 5.2
PORCENTAJE DE LOS COMPONENTES DEL GAS

| COMPONENTES | FÓRMULA | (%) |
|--------------------------|--------------------------------|-------------|
| Metano | CH ₄ | 85.59 |
| Etano | C ₂ H ₆ | 6.90 |
| Propano | C ₃ H ₈ | 3.23 |
| Butano | C ₄ H ₁₀ | 1.05 |
| Pentanos | C ₅ H ₁₂ | 0.68 |
| Hexanos | C ₆ H ₁₄ | 0.85 |
| Heptanos y superiores | - | 1.70 |
| Totales | | 100.00 |
| Gravedad especifica | | 0.65 |
| Poder calorífico, (BTU.) | | 1.104 |

Fuente: EMTAGAS

5.3.2 Identificación de los consumidores.

Los consumidores se clasifican de la siguiente manera:

❖ **Consumidores residenciales o domésticos**

Corresponde a los usuarios que reúnen las siguientes condiciones:

- Uso del Gas Natural exclusivamente doméstico
- La línea de la cual esta abastecido pertenece al Sistema Secundario (media presión)
- El consumo mensual mínimo es de 720 PCS (Pies Cúbicos Standard)
- Están considerados dentro de esta categoría, todos los consumidores que utilizan el gas en sus residencias o viviendas con objeto de satisfacer sus necesidades básicas.

❖ **Consumidores comerciales**

Es todo aquel que reúne las siguientes características:

- Uso del gas natural como combustible en actividades comerciales
- La línea de la cual es abastecido, pertenece al sistema Secundario (media presión)
- El consumo mínimo mensual es de 4.500 PCS (Pies Cúbicos Standard).

Están considerados dentro de esta categoría: Las panaderías, restaurantes, bares, comedores, cuarteles y/o agrupaciones militares y policiales, hospitales y clínicas, edificios de departamentos, limpiezas, edificios públicos, hostales y residenciales.

❖ **Consumidores industriales**

Usuario industrial es aquel que tiene las siguientes características:

- Uso del gas natural como combustible industrial
- La línea de la cual se abastece pertenece al Sistema Primario, Secundario o Sistema de Transporte
- El volumen de consumo mensual será mayor a 100.000 PCS
- Las condiciones de presión y volumen no debe perturbar el Sistema Secundario de distribución, en caso de que la industria se ubique dentro de este sistema.

5.3.3 Cantidad de usuarios.

A Octubre del 2012 existe un total de 41,501.00 usuarios de gas natural en todo en departamento de Tarija en las diferentes categorías, Industrial, G.N.V., Comercial y Domestica como se indica en la TABLA 5.3.

TABLA 5.3
CANTIDAD DE USUARIOS DE GAS NATURAL EN EL DEPARTAMENTO

| CIUDAD | INDUSTRIAL | G.N.V. | COMERCIAL | DOMESTICO | TOTAL USUARIOS |
|---------------|-------------------|---------------|------------------|------------------|-----------------------|
| TARIJA | 96.00 | 7.00 | 223.00 | 26,349.00 | 26,675.00 |
| ENTRERIOS | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 512.00 | 513.00 |
| BERMEJO | 4.00 | 2.00 | 44.00 | 5,372.00 | 5,422.00 |
| YACUIBA | 9.00 | 2.00 | 70.00 | 6,443.00 | 6,524.00 |
| V. MONTES | 5.00 | 1.00 | 19.00 | 2,342.00 | 2,367.00 |
| TOTAL: | 114.00 | 12.00 | 357.00 | 41,018.00 | 41,501.00 |

Fuente: EMTAGAS

5.3.4 Tarifa por categoría de consumidor.

La tarifa o precio, está determinado por volumen en millar de pies cúbicos, con los siguientes precios aprobados por el Sistema de Regulación Sectorial “SIRESE”. Siendo estos precios los más bajos a nivel nacional.

- Categoría Industrial..... 1.50 \$us/millar pie cúbico
- Categoría Comercial..... 3.00 \$us/millar pie cúbico
- Categoría Doméstica..... 3.00 \$us/millar pie cúbico.

El consumo mínimo a cancelar es de:

- 720 pc. Mensuales para el sector doméstico
- 4.500 pc. Mensuales para el sector comercial
- 100.000 pc. Mensuales para el sector industrial.

5.4 REGLAMENTO Y NORMAS.

La construcción de las instalaciones internas se adecuaran a lo especificado en el Anexo V, Disposiciones y normas mínimas para la ejecución de instalaciones domiciliarias de gas natural del Reglamento de Diseño, Construcción y Operación de Redes de Gas natural, elaborado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) Aprobado mediante D.S. 28291.

El reglamento elaborado, toma como base el Reglamento de Instalaciones Internas Domiciliarias de Gas Natural de Gas del Estado de la República Argentina, habiéndose realizado algunas modificaciones de acuerdo a las condiciones de nuestro país.

Se aplicará a las instalaciones de gas que se abastezcan desde redes de distribución de Gas Natural (GN) que operen a una presión nominal no superior a 4 bar y donde la presión regulada de distribución interna no sea superior a 19 mbar para GN.

Este Reglamento tiene por finalidad establecer las condiciones de seguridad, confiabilidad, conservación y uniformidad de requerimientos técnicos, para todas las instalaciones de GN.

El presente reglamento prescribe los requerimientos mínimos para la instalación de gabinetes, prolongaciones domiciliarias, cañerías internas, instalaciones de artefactos y lo referente a la evacuación de los gases producidos por la combustión en las instalaciones domiciliarias.

5.5 INSTALACION DOMICILIARIA INTERNA.

Se considera como *instalación interna*, a los tramos de cañerías comprendidos entre 0,20 m. fuera de la línea municipal, hasta los artefactos de consumo.

La instalación interna se divide en dos partes fundamentales:

- Prolongación Domiciliaria o Acometida.
- Cañería Interna.

La *prolongación domiciliaria*, comprende las partes de cañerías desde 0,20 m. fuera de la línea municipal, hasta el o los medidores. (media presión 4 bar.).

La *cañería interna*, comprende las partes de cañerías desde el o los medidores a los artefactos de consumo. (baja presión 19 mbar.).

5.5.1 Prolongación domiciliaria o acometida.

La prolongación domiciliaria consiste en una cañería que debe salir perpendicularmente a la línea municipal con una pendiente mínima hacia la misma del 1% sobresaliendo 0,20 m., hasta los medidores de consumo.

La profundidad a que debe quedar con respecto al nivel definitivo del cordón de vereda se adecua a los requisitos establecidos por la característica de la red de distribución, estableciéndose como mínimo una profundidad de 0,20 m., para tubería de acero y de 0,40 m. para tubería plástica.

De acuerdo a la presión de la red de suministro la prolongación domiciliaria puede ser:

- Prolongación de baja presión.
- Prolongación de media tensión.

La prolongación domiciliar de media tensión requiere la instalación de un regulador de presión domiciliario, cuya misión es la de reducir y regular la presión de consumo de los elementos de la instalación que están diseñados para operar a con baja presión. Por ello la prolongación en estos casos se compone de dos partes:

- Tramo conexión de la red al regulador en media presión ubicado en la línea municipal, en un trayecto que debe ser el más corto posible.
- Tramo del regulador al medidor en baja presión.

5.5.1.1 Características de las prolongaciones domiciliarias.

Se puede ejecutar en caño de hierro con o sin costura con protección anticorrosiva normalmente con revestimiento de cobertura epoxi o polietileno extruido.

Actualmente se exige cuando se coloca el nicho o gabinete en el frontis del domicilio el empleo de caños de polietileno (amarillo) en diámetros de 25 y de 32 mm., lo que permite una simplificación en el montaje, evitando la propagación de corrientes parásitas por lo que en estos casos no es necesario colocar cuplas aislantes como es el caso de las prolongaciones construidas de hierro.

Estos caños deben contar con protección mecánica exterior por razones de seguridad que consiste en una camisa de vaina exterior de PVC, colocándose en el gabinete un accesorio de transición de polietileno de 25 o 32 mm. a acero de ¾" y 1" respectivamente, para vinculación de acuerdo a los detalles que se indican en la FIG. 5.1.

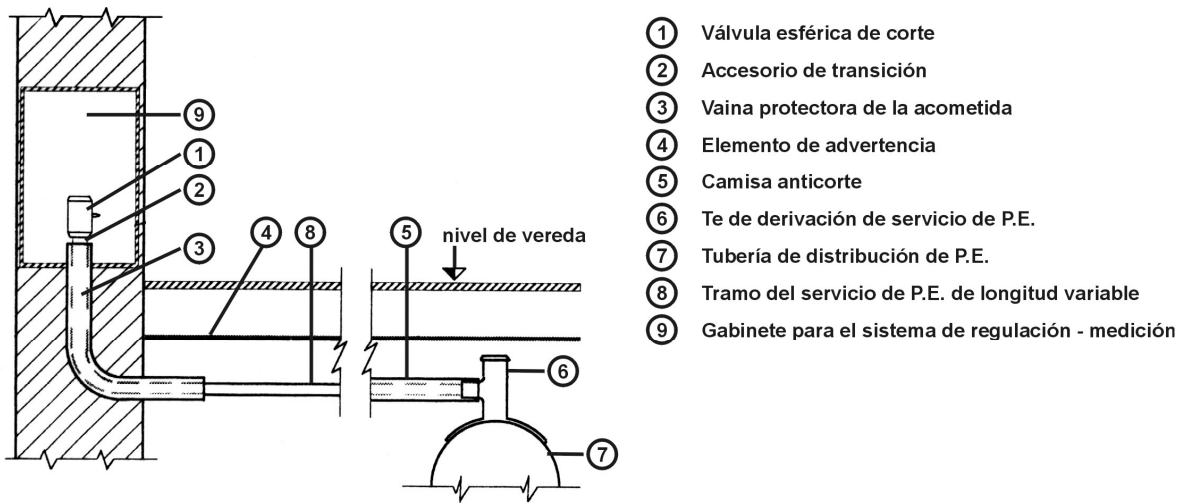


FIG. 5.1 ESQUEMA DE PROLONGACIÓN DOMICILIARIA CON CAÑO DE POLIETILENO.

En caso de conexiones a profundidad menores de 55 cm. Deben protegerse mecánicamente en la acera el caño con ladrillos colocados longitudinalmente enteros y contiguos con una malla o elemento de advertencia, para mayor seguridad.

La conexión no debe enfrentar columnas, arboles, etc., debiendo quedar expedito el extremo del caño de conexión con otras instalaciones y no estar ubicada debajo de conexiones de agua, electricidad, albañales, etc.

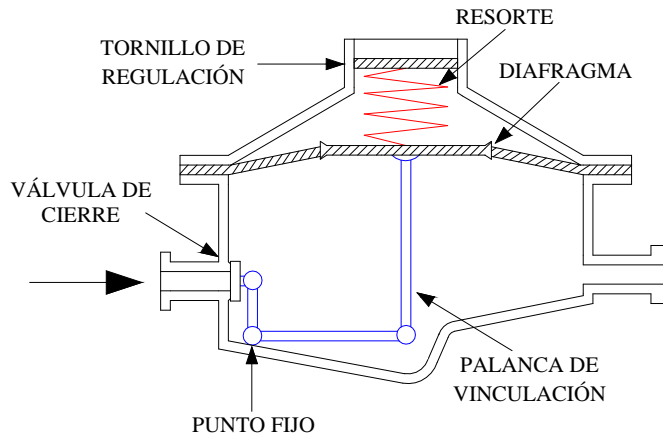
Dentro del gabinete se instala una válvula precintada de cierre esférica de accionamiento rápido aprobada por la Compañía Distribuidora, que se debe colocar a la entrada a fin de que por alguna emergencia la instalación interna pueda desvincularse de la red desde el exterior del domicilio. Esta válvula debe quedar rígidamente vinculada al gabinete por medio de un dispositivo adecuado que impida la transmisión de esfuerzos mecánicos a la tubería de polietileno.

5.5.1.2 Reguladores de gas.

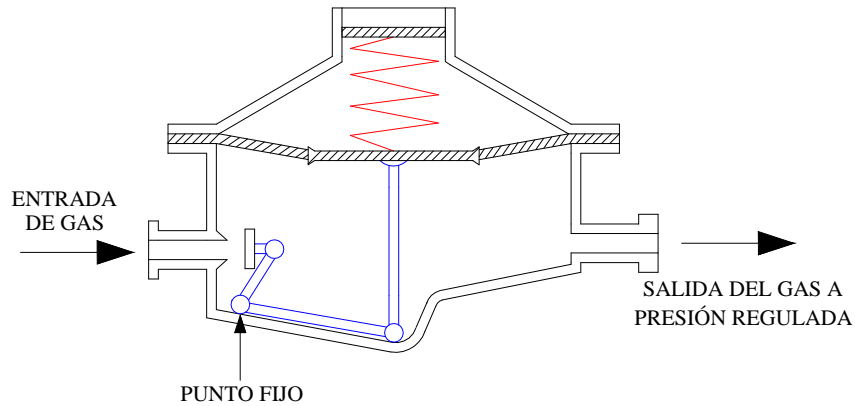
Los reguladores de gas son del tipo a diafragma, siendo el gas a media presión regulado por una válvula de admisión, que esta vinculado por una parte a un diafragma flexible de goma sintética resistente a la acción de los hidrocarburos y por otra a un resorte, de manera que sobre una de las caras actúa la presión del gas y sobre la otra la del resorte, cuya presión puede regularse mediante un tornillo ubicado en la parte superior del aparato.

Se efectúa la regulación de modo que cuando no hay consumo de los artefactos que constituyen la instalación interna, la válvula de admisión del gas a media presión permanezca cerrada como se indica en la FIG. 5.2.

Al abrir la llave de gas de algún artefacto de la instalación se produce una disminución de la presión o depresión en el sistema que provoca una deformación del diafragma a por efecto de la presión del resorte y este efecto provoca mediante una palanca de vinculación la apertura de la válvula de admisión según se detalla en la FIG. 5.3.



**FIG. 5.2 VÁLVULA DE REGULACIÓN A DIAFRAGMA.
POSICIÓN CERRADA.**



**FIG. 5.3 VÁLVULA DE REGULACIÓN A DIAFRAGMA
POSICIÓN ABIERTA REGULANDO.**

Cuando el gas de la red de media presión penetra en el regulador, ejerce una presión sobre el diafragma contraponiéndose a la acción del resorte, por lo que la válvula tiende a cerrarse en la medida que sea necesario para pasar el valor adecuado para el consumo de gas que se requiere.

De esa manera, la función del regulador es la de actuar como fuelle para permitir reducir la presión de entrada y además mantenerla constante ante cualquier variación de las necesidades del consumo.

El valor de dicha presión regulada, se establece en función de las necesidades de la instalación, que es la requerida por los artefactos domiciliarios, cuyo valor es de 19 mbar. Para una mejor regulación suelen emplearse reguladores de dos etapas.

5.5.1.3 Medidores de gas.

La necesidad de facturación de los consumos ha promovido el desarrollo de artefactos de medición, que se instalan de acuerdo a normas establecidas.

La selección del instrumento de medición queda condicionado a la variable del consumo, su magnitud y las condiciones de presión regulada.

Se define al medidor como el instrumento destinado a registrar el volumen de gas que consumen los artefactos de una instalación.

Básicamente se utilizan los medidores, según se detalla en la FIG. 5.4, que se aplican para pequeños caudales y bajas presiones.

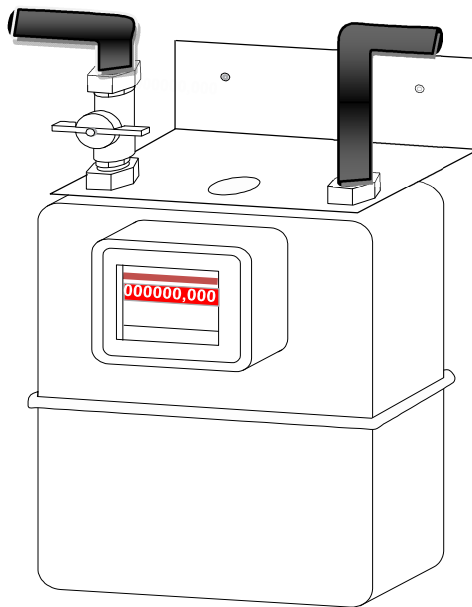


FIG. 5.4 MEDIDOR DE GAS.

La Norma IRAM 2717 establece las características que deben cumplir los medidores de gas para uso domestico, para caudales hasta 9 m³/h.

Los mismos son del tipo a diafragma, consistente en un dispositivo que mide el volumen de gas que pasa a través del medidor, por medio de diafragmas flexibles, los cuales son alternativamente desplazados por el flujo de gas circulante.

El aparato contiene un mecanismo integrador compuesto por un dispositivo indicador con visor, para una lectura adecuada. Se deben ubicar sobre la línea municipal, salvo excepciones debidamente justificadas, como el caso de baterías de medidores.

5.5.1.4 Nichos o gabinetes de gas.

Son destinados a alojar en forma exclusiva a los medidores de gas y reguladores, construidos en material incombustible, provisto de puerta construida de chapa de hierro de 1,27 mm. (Nº 18) de espesor, con llave de cuadro, la puerta debe tener aberturas con una sección mínima de 150 cm^2 para cada una FIG. 5.5.

Debe ser debidamente ventilado y aislado de instalaciones eléctricas e inflamables por razones de seguridad.

Los nichos deben estar alejados 0,50 m. como mínimo de toda instalación eléctrica que entrañe riesgo de chispas, por ejemplo tablero o medidor de electricidad, etc.

Puede reducirse esa distancia a 0,30 m. en el caso en que el nicho disponga de ventilación al exterior o esté ubicado en un espacio exterior.

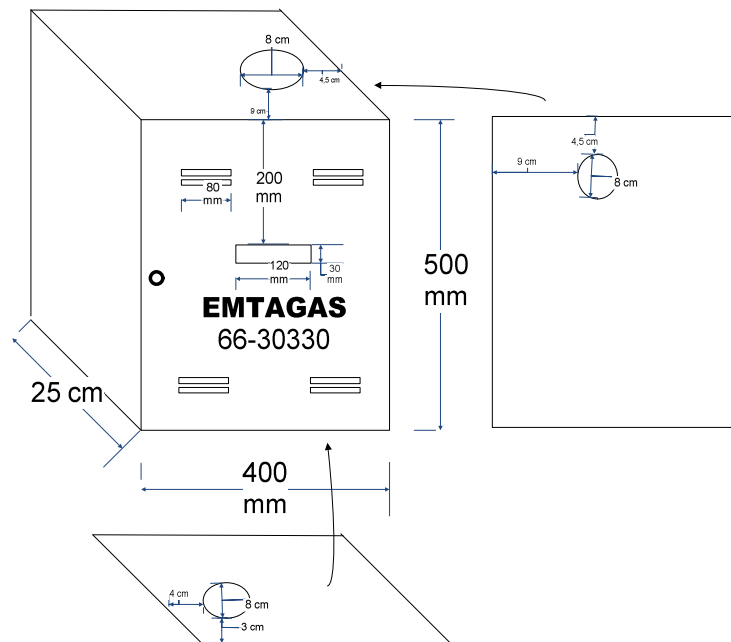


FIG. 5.5 NICH O GABINETE DE GAS.

Las dimensiones de los nichos para medidores de gas a baja o media presión son las consignadas en la TABLA 5.4.

**TABLA 5.4 DIMENSIONES DE NICHOS PARA MEDIDORES
HASTA 10m³/h.**

| Presión de la red | Dimensiones m. | | | |
|--|----------------|----------|----------------|-----------------------------------|
| | Alto m. | Ancho m. | Profundidad m. | Observaciones |
| BAJA | 0,60 | 0,40 | 0,30 | |
| BAJA En zonas previstas para futura Conexión a media presión | 0,65 | 0,45 | 0,30 | |
| MEDIA | 0,65 | 0,45 | 0,30 | |
| MEDIA Vivienda unifamiliar sin posibilidad de adicionar otro medidor, regulador conectado con flexible | 0,50 | 0,40 | 0,30 | Llave de paso |
| | 0,50 | 0,40 | 0,25 | Únicamente llave de paso esférica |

5.5.1.5 Especificaciones técnicas del material a utilizar para la acometida.**❖ Malla de advertencia**

- Material de Polietileno
- Norma GE-N1-136
- Separación de 20 x 20 mm
- Ancho 15 cm
- Rollos de 100 metros
- Con faja de Propileno con la leyenda “GAS”
- Presentar muestra.

❖ Regulador con flexible y conector incorporado

- Presión de entrada 0.5 hasta 4 bares
- Presión de salida 180 – 220 mm.c.a, Ps. 0,019 bares.
- Presión de trabajo 200 mm.c.a
- Capacidad 6 m³/h gas natural
- Doble etapa de regulación
- Bloqueo por exceso de caudal y baja presión interna con reposición manual
- Venteo por exceso de presión interna, con reposición automática
- Desarme para su reparación
- Fabricado bajo la norma ISO 9001.

❖ **Griper**

- Largo 12 - 14 cm
- Con rosca macho ¾" x14 IRAM 5063
- Transición acero - polietileno PE de 25 mm
- Entrada para tubo (PE) de 25 mm. SDR 11
- Suncho de ajuste en acero SAE 1010 zincado o de acero inoxidable AISI 304
- Revestido exteriormente con epóxi según norma GE - N1 - 108
- Para presión de operación hasta 4 bar.

❖ **Medidor de gas natural**

- Capacidad máxima 4 m³/h o 6 m³/h
- Calibre G - 2.5 o G - 4
- Presión de Trabajo 180 – 220 mm.c.a
- Presión máxima de trabajo (P máx.) 0.2 bar. hasta 1 bar
- Caudal mínimo (Q máx.) 0.040 m³/h
- Cuerpo Metálico
- Rosca de conexiones G1 ¼" ISO 228/1
- Un diafragma de tela poliéster recubierta con caucho sintético EPO (Epiclorhidrina) apto para gas natural
- Debe incluirse un conector metálico (pilar) dieléctrico con tuerca loca de 1 ¼" ISO 228/1 y niple de ¾" x 14 dieléctrico inyectado sobre el niple o empaquetadura de caucho.

❖ **Conector**

- Material de Aluminio o Bronce
- Entrada tuerca loca apta de ¾" ISO 228/1 con asiento esférico cónico
- Salida tuerca loca de 1 ¼" ISO 228/1 Niple rosca macho de ¾".

❖ **Vainas curvas**

- Largo 50 cm.

❖ **Válvula bola tipo candado**

- Cierre de ¼ de vuelta cierre hermético
- ¾" de diámetro
- Capacidad 4 Kg. /cm²
- Asiento de teflón.

❖ **Flexible**

- Tubería de cobre de 3/8"
- Largo 30 cm
- Rosca de conexiones cónicas ¾".

❖ **Cupla F°G°**

- Galvanizada
- ¾" de diámetro
- Pintura epóxica.

❖ **Niple F°G°**

- Galvanizada
- ¾" de diámetro
- Pintura epóxica.

❖ **Tubería de 2 Plg. PVC**

- Cañería de PVC
- Diámetro 63 mm.

❖ **Tubería de 1.5 Plg. PVC**

- Cañería de PVC.
- Diámetro 40 mm y 25 mm.

5.5.2 Cañería interna.

Comprende los tramos de cañerías desde el medidor a los artefactos de consumo.

Se establece que el sistema de cañerías de acero deben responder a las siguientes normas: ASTM A -120-84, ASTM A-53, NAG 150, NAG 151; Las tuberías de cobre: ASTM B42.

Las cañerías internas podrán ser de acero galvanizado, acero negro o acero negro con recubrimiento epoxi bituminoso, contando estas con un espesor de pared no menor a 2,35 mm.

Para la conexión de artefactos y con una longitud máxima de 0,50 m. pueden utilizarse caños de cobre, los que deben responder a la norma ASTM B42, IRAM 2568.

Las cañerías se podrán instalar: en elevación (ya sea a la intemperie o no), empotrada en los elementos de la construcción y enterrada.

Las cañerías deben seguir trayectorias rectas horizontales y/o verticales, evitándose tramos sin continuidad de muro o viga (cañerías colgantes), el recorrido de la misma al artefacto de consumo debe de ser lo mas corto posible.

Las cañerías aéreas de acero galvanizado o acero negro, se recubrirán con dos manos de pintura anticorrosiva color amarillo.

Cuando las cañerías van bajo tierra, se colocan como mínimo a una profundidad de 0,30 m., pudiendo descansar sobre el terreno cuando el mismo tenga suficiente consistencia. En caso contrario, deben apoyarse sobre un lecho de ladrillos comunes en todo su recorrido o en su defecto sobre pilares a una distancia no mayor de 1,50 m. entre si. Cañerías enterradas de acero galvanizado o acero negro se recubrirán con cinta anticorrosiva con pintura imprimante de base asfáltica, que deberá de ser de colocación helicoidal con traslape sobrepuesto del 50% del ancho de cinta.

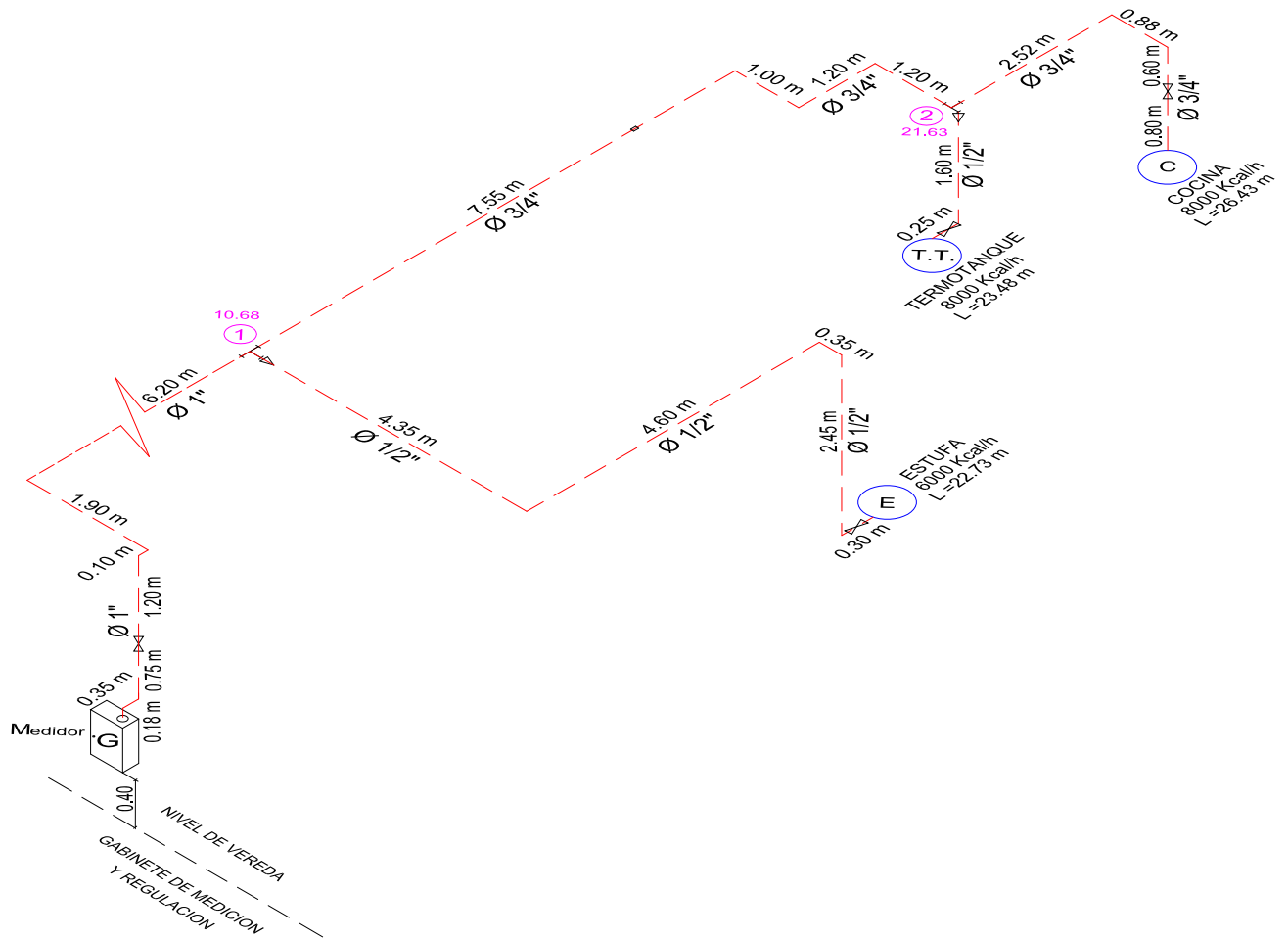
Cuando se coloquen bajo piso de mosaico, cemento, etc., los caños pueden disponerse en los contrapisos de los mismos.

Las cañerías no deben estar expuestas a la humedad por proximidad de canillas y alejadas de caños de agua, albañales y de todo conductor eléctrico. La distancia mínima medida desde el borde exterior entre una tubería de gas y toda otra tubería (de gas, conducto de vapor, agua caliente, cables eléctricos, etc.), debe ser de:

- 3 cm en recorrido en paralelo.
- 1 cm en cruce.

En la FIG. 5.6, se muestra un esquema isométrico de una Instalación Domiciliaria.

DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL SECUNDARIA Y DOMICILIARIA.



| SIMBOLOGÍA | | U.A.J.M.S. P.E.T. | INSTALACION DOMESTICA DE GAS NATURAL | | |
|--|---|----------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------|
| | | | PLANO ISOMETRICO | | |
| <ul style="list-style-type: none"> → Tubo Principal con indicación: Dirección de Flujo —+— Unión para Soldadura Capilar ← Unión Soldada ▲ Accesorio Soldado ▲ Válvula de Mando del Aparato ▲ Accesorio Soldado ▲ Organó de Corte (Válvula de Cierre) — Tubería Aérea | <ul style="list-style-type: none"> — Tubería Enterrada o Empotrada —+— Conexión de Tubería en Derivación —+— Unión Roscada —+ Tapón [M] Medidor —+ Reducción —+ Tee —+ Codo —+ Codo Reductor | | USUARIO: | | |
| | | | Nº CÓDIGO: | Nº DE PROYECTO: | Nº MEDIDOR: |
| | | | Proyectó: | | |
| | | | Dibujó: | | |
| | | | Revisó: | | |
| | | | Aprobó: | | |

**FIG. 5.6 ESQUEMA ISOMÉTRICO
INSTALACION DOMICILIARIA**

5.5.2.1 Diámetros convencionales de las cañerías.

Los diámetros de las cañerías de acero galvanizado encontrados en el mercado y utilizados con mayor frecuencia, son los que se indican en la TABLA 5.5.

| DIÁMETROS | |
|-----------|------------|
| Pulgadas | Milímetros |
| 1/2" | 13 |
| 3/4" | 19 |
| 1" | 25 |
| 1 1/4" | 32 |
| 1 1/2" | 38 |
| 2" | 51 |

TABLA 5.5 DIÁMETROS CONVENCIONALES.

5.5.2.2 Soportes de cañerías.

Las tuberías son colocadas en elevación (tuberías vistas ó aéreas) en las siguientes condiciones:

- a) El soporte de las cañerías debe estar garantizado ya sea por abrazaderas cuyas distancias se da en el cuadro que sigue ó mediante un soporte rígido continuo compatible con la naturaleza del tubo y que garantiza un guiado lateral.
- b) Prever un soporte lo más cerca posible de cada dispositivo de obturación, salvo si este posee su propia fijación.
- c) La diferencia entre un cambio de dirección y un ángulo recto y la abrazadera de fijación más próxima debe ser mayor o igual al tercio del valor de la TABLA 5.6.

| Naturaleza y diámetro de los tubos | | Separación máxima (m) | |
|------------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|
| | | Partes horizontales | Partes verticales |
| Acero | Diámetro exterior < 20 mm | 1.0 | 2.0 |
| | Diámetro exterior > 20 mm | 2.0 | 3.0 |
| Cobre | Diámetro exterior, mm 25 | 1.0 | 1.0 |
| | Diámetro exterior > 25 mm | 2.0 | 3.0 |

TABLA 5.6 SOPORTES DE CAÑERÍAS.

Los valores de las partes verticales pueden ser aumentados si las tuberías horizontales sirven Para la compensación de la dilatación de las partes verticales exteriores, en este caso, un estudio particular es necesario.

Las abrazaderas colocadas a lo largo de las partes verticales exteriores son abrazaderas de guiado, se recomienda colocarlos en lugares accesibles; su separación puede alcanzar 6 m. (una abrazadera cada dos pisos por lo menos).

- d) Se debe evitar el contacto directo de la abrazadera con la tubería, mediante una cinta aislante u otro medio similar.

5.5.2.3 Válvula o llave de paso.

En cada artefacto de consumo se debe colocar una llave de paso de igual diámetro al de la cañería que lo alimenta, en el mismo local, accesible, a la vista y de fácil accionamiento.

Deben ser de cierre a $\frac{1}{4}$ de vuelta con tope, del tipo denominada “macho”.

Se deben lubricar con grasa adecuada resistente al gas natural.

El prensa-estopa de las llaves de paso debe quedar en tal forma que sea fácil de retirar.

Las marcas aceptadas Bongas, Itap, Genebre, FV, mango permanente amarillo, de paso total, rosca Whitworth gas.

5.5.2.4 Accesorios y materiales.

Los accesorios son elementos complementarios de las cañerías e indispensables en toda instalación de gas. Tienen por finalidad unir las cañerías, permitir la modificación de su dirección, sacar ramales de derivación, variar los diámetros y facilitar la unión de los artefactos. Los accesorios usados con mayor frecuencia son los codos, cuplas, té, reducciones, tapones, nipples, etc. La marca aceptada Tupy (galvanizado), y Latín (acero con epoxi). Los accesorios de acero con epoxi se deben instalar con cañerías de acero negro con recubrimiento epoxi bituminoso.

Las conexiones de caños con sus accesorios, deben efectuarse con roscado cónico, y filetes bien tallados.

No debe aplicarse cáñamo y/o pintura para las conexiones. Se recomienda el uso de pastas sellantes o la utilización de litargirio y glicerina, la pasta se debe de aplicar sobre la rosca macho a fin de evitar que penetre en la cañería reduciendo la sección de pasaje del gas.

Los tapones, las conexiones de accesorios a los artefactos de consumo y las conexiones de medidores, deben ajustarse con cinta de teflón o pasta no fraguante.

5.5.2.5 Pruebas.

a) Hermeticidad.

Es un ensayo para comprobar la ausencia de pérdidas en una cañería o instalación, lo que se demuestra por el mantenimiento de la presión durante un periodo determinado, una vez aislada la fuente de presión.

Para ello deben cerrarse las llaves de paso terminales, abriendo las intermedias si las hubieran, inyectándose en las cañerías aire a la presión manométrica que corresponda, la cual deberá mantenerse sin variación durante 15 min, como mínimo. Una vez verificada la hermeticidad de la cañería hasta las llaves de paso, se abren estas y con los robinetes de los artefactos cerrados se comprueba la hermeticidad de estos, en la misma forma que para las cañerías.

Se establecen las siguientes presiones neumáticas manométricas de prueba:

- Tramos correspondientes a media presión: 4 kg/cm².
- Tramos correspondientes a baja presión: 0,2 kg/cm².

La prueba debe medirse con un manómetro de diámetro de cuadrante de 100 mm, con vidrio irrompible, hermético al agua y al polvo, de los siguientes rangos:

- 0 a 5 kg/cm² para media presión.
- 0 a 1 kg/cm² para baja presión.

b) Obstrucción y localización de pérdidas.

Terminada la prueba de presión se sacan sucesivamente los tapones y se abren los robinetes de cada uno de los artefactos, comprobándose por la falta de salida de aire, las obstrucciones que pudiera haber.

La localización de pérdidas se realiza empleando agua jabonosa aplicada con pincel sobre la superficie exterior de los caños, accesorios, llaves y juntas.

No debe usarse llamas para la localización de perdidas en instalaciones de gas, de igual manera queda prohibido efectuar cualquier clase de pruebas con líquidos, oxígeno o GLP, admitiéndose solo como excepción el empleo de agua a presión, para localizar perdidas que no puedan detectarse por los procedimientos comunes.

5.6 PLANTEO GENERAL DEL CÁLCULO DE LAS CAÑERÍAS DE GAS.

Para la determinación de las dimensiones de las cañerías de gas, es necesario definir dos aspectos fundamentales, que hacen al escurrimiento del fluido que son:

- Caudal circulatorio.
- Caída de presión.

5.6.1 Caudal circulatorio.

Si se supone el gas en movimiento dentro de una cañería, a través de una sección transversal S cualquiera, normal al eje, según se observa en la FIG. 5.7, pasará en un lapso determinado, una cierta cantidad de fluido.

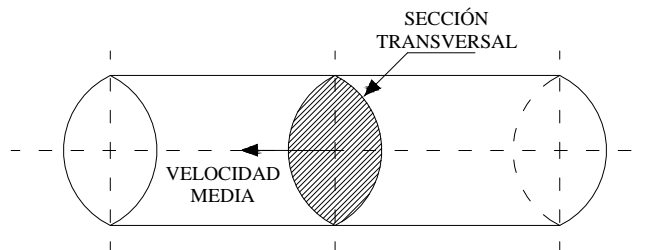


FIG. 5.7 CIRCULACIÓN DEL GAS POR CAÑERÍAS.

Se denomina *caudal*, a la cantidad de fluido que pasa a través de la sección de cañería en la unidad de tiempo y se expresa con la ecuación:

$$C = S \cdot v \quad (5.1)$$

Donde:

C = Caudal de gas (m^3/h).

v = Velocidad de circulación (m/h).

S = Sección transversal de la cañería (m^2).

5.6.2 Caída de presión.

Se define la *presión*, como la fuerza que ejerce por unidad de superficie, la que se mide en kg/cm^2 o kg/m^2 .

La presión se la expresa también en milímetro de columna de agua. Así $1\text{ mmca} = 1kg/m^2$.

La *presión manométrica*, es, entonces, la presión que acusa el instrumento medidor o manómetro, mientras que la *presión absoluta* es igual a la presión manométrica más la presión atmosférica, cuyo valor aproximado es $1,033\text{ kg/cm}^2$.

Los fluidos, al desplazarse por las cañerías, encuentran resistencias que son de dos tipos:

- Frotamiento del fluido con las paredes de la cañería.
- Frotamiento interno de las partículas del mismo fluido o viscosidad.

Estos frotamientos producen una caída de presión a lo largo de la red de cañerías, que suele denominarse también *pérdida de carga*.

Si se analiza un tubo recto de sección constante, por la que circula el gas, puede considerarse que esa pérdida de presión o pérdida de carga es proporcional al largo del mismo, según se indica en la FIG. 5.8.

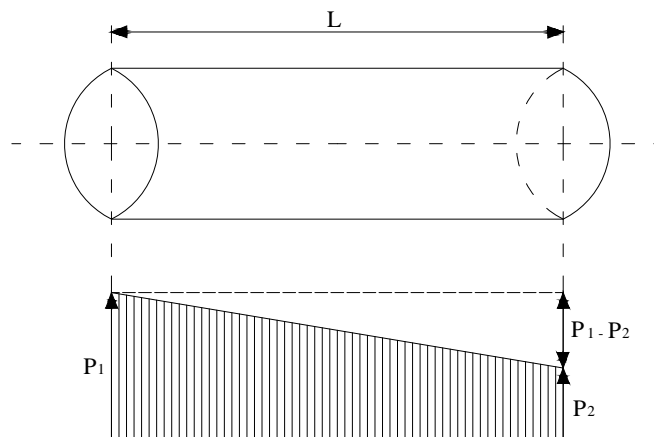


FIG. 5.8 CAÍDA DE PRESIÓN O PÉRDIDA DE CARGA EN CAÑERÍAS.

Si P_1 es la presión en el punto inicial y P_2 en el final del tramo de cañería, puede decirse que:

$$P_1 - P_2 = l R \tag{5.2}$$

Donde:

P_1 = Presión inicial (kg/m² o mmca).

P_2 = Presión final (kg/m² o mmca).

R = Perdida de carga por metro o gradiente (mmca/m).

l = Longitud del tramo de cañería (m).

A R se lo denomina *gradiente*, dependiendo de las características físicas del gas utilizado, longitud y diámetro, así como del material de la cañería y de la velocidad de circulación.

Sin embargo, en la red, también se producen perdidas de carga en los distintos accesorios que la componen, como codos, tes, curvas, cambios de sección y dirección, etc., denominadas *resistencias individuales o resistencias aisladas*.

La caída de presión por dicho efecto, depende, fundamentalmente, de la forma o característica particular del accesorio o elemento de que se trate.

Hay una forma sencilla de estimar dichos frotamientos, y es establecer una relación entre la caída de presión de cada accesorio con respecto al que tendría una determinada longitud de caño del mismo diámetro, denominado *longitud equivalente*.

En la TABLA 5.7, que se muestra a continuación esta incluida en el “Reglamento y Normas para Instalaciones Domiciliarias de Gas Natural”. Esta es una tabla práctica en la que se expresa la longitud equivalente de accesorios de cañerías en función del diámetro.

| ACCESORIOS | LONGITUD EQUIVALENTE |
|-------------------|----------------------|
| Codo a 45° | 14 d |
| Codo a 90° | 30 d |
| Curva | 20 d |
| Te flujo a través | 20 d |
| Reducciones | 10 d menor |
| Te flujo a 90° | 60 d |
| Válvula globo | 333 d |
| Válvula esclusa | 7 d |
| Válvula macho | 100 d |

TABLA 5.7 LONGITUDES EQUIVALENTES DE ACCESORIOS A ROSCA, EN DIÁMETROS.

De esa manera, puede expresarse la caída de presión de un accesorio en función de la siguiente ecuación:

$$P_1 - P_2 = l_{eq} R \quad (5.3)$$

Donde:

l_{eq} = Longitud equivalente (m).

5.6.3 Caída de presión total.

La caída de presión total que se produce en los tramos rectos y resistencias individuales en la red de cañerías, se puede expresar, entonces, por la ecuación:

$$\sum (P_1 - P_2) = \sum l R + \sum l_{eq} R \quad (5.4)$$

Donde:

$\sum (P_1 - P_2)$ = Sumatoria de caída de presión total de la red de cañerías (mmca o kg/m²).

R = Gradiente o pérdida de carga por metro (mmca/m).

$\sum l$ = Sumatoria de los tramos rectos del circuito (m).

$\sum l_{eq}$ = Sumatoria de la longitud equivalente por caída de presión en los accesorios de la red de cañerías (m).

Por tanto:

$$\sum (P_1 - P_2) = \sum (l + l_{eq}) R \quad (5.5)$$

5.7 FORMULA PARA EL CÁLCULO DE CAÑERÍAS DE GAS A BAJA PRESIÓN.

La circulación del gas por las cañerías, presupone, de acuerdo a lo indicado, la existencia de un gradiente o pérdida de presión por metro (R), en el sentido de avance del fluido.

Al circular el gas por las cañerías, adquieren fundamental importancia en la determinación de las caídas de presiones, la característica del fluido, como ser: viscosidad, peso

específico, temperatura, presión de trabajo, etc., así como la rugosidad de las paredes de las cañerías y el régimen de escurrimiento.

Para su determinación se emplean formulas matemáticas establecidas sobre la base de las leyes de la dinámica de los fluidos.

Las constantes numéricas aplicadas a dichas formulas, determinadas mediante ensayos, han permitido fijar con suficiente exactitud las relaciones entre los caudales, diámetros y presiones que constituyen los parámetros básicos de calculo.

Existen numerosas ecuaciones aplicables a estos estudios de transporte de gas, por lo que se han seleccionado aquellas que han dado buenos resultados en los problemas de aplicación practica.

Para el cálculo de cañerías de *gas a baja presión* puede adoptarse la formula del doctor Poole de acuerdo a lo siguiente:

$$d = \sqrt[5]{\frac{2 C^2 s l}{P_1 - P_2}} \quad (5.6)$$

Donde:

d = Diámetro interior (cm).

C = Caudal del gas (m³/h).

s = Densidad del gas (con respecto al aire $s=1$).

l = Longitud del caño (m).

P_1 = Presión en la entrada del gas (mmca o Kg/m²).

P_2 = Presión en la salida del gas (mmca o Kg/m²).

Con esta formula se han confeccionado las tablas de calculo, que dan los diámetros de las cañerías en función del caudal y longitud de las mismas.

Las tablas se realizaron sobre la base de una caída de presión de 10 mmca, de acuerdo al detalle siguiente:

- Gas Natural: densidad 0.65, cañería de hierro TABLA 5.8.

DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL SECUNDARIA Y DOMICILIARIA.

**TABLA 5.8 CAUDAL DE LITROS DE GAS POR HORA
PARA CAÑERÍAS DE DIFERENTES DIÁMETROS Y LONGITUDES.
(Gas Natural)**

Densidad 0,65

Para caída de presión h = 10 mmca.

| Longitud de cañería en metros | Diámetros de la cañería en milímetros | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|------------|-----------|---------|-------------|-------------|---------|-------------|---------|----------|
| | 9,5 (3/8") | 13 (1/2 ") | 19 (3/4") | 25 (1") | 32 (1 1/4") | 38 (1 1/2") | 51 (2") | 63 (2 1/2") | 76 (3") | 101 (4") |
| 2 | 1.745 | 3.580 | 9.895 | 20.260 | 35.695 | 55.835 | 114.615 | 198.330 | 312.851 | 624.217 |
| 3 | 1.425 | 2.925 | 8.065 | 16.540 | 28.900 | 45.585 | 93.580 | 161.915 | 255.411 | 524.304 |
| 4 | 1.235 | 2.535 | 6.985 | 14.325 | 25.080 | 39.480 | 81.050 | 140.219 | 221.186 | 454.046 |
| 5 | 1.105 | 2.265 | 6.250 | 12.810 | 22.685 | 35.310 | 72.490 | 125.419 | 197.840 | 406.125 |
| 6 | 1.005 | 2.070 | 5.705 | 11.695 | 20.435 | 32.230 | 66.165 | 114.511 | 180.634 | 370.802 |
| 7 | 930 | 1.915 | 5.280 | 10.835 | 18.920 | 29.845 | 61.265 | 106.025 | 167.250 | 343.325 |
| 8 | 870 | 1.790 | 4.940 | 10.130 | 17.695 | 27.910 | 57.295 | 99.165 | 156.425 | 321.108 |
| 9 | 820 | 1.690 | 4.655 | 9.550 | 16.685 | 26.320 | 54.025 | 93.479 | 147.457 | 302.698 |
| 10 | 780 | 1.600 | 4.420 | 9.060 | 15.825 | 24.965 | 51.245 | 88.689 | 139.903 | 287.189 |
| 12 | 710 | 1.460 | 4.035 | 8.270 | 14.450 | 22.790 | 46.790 | 80.957 | 127.705 | 282.151 |
| 14 | 660 | 1.355 | 3.735 | 7.655 | 13.375 | 21.100 | 43.315 | 74.963 | 118.249 | 242.740 |
| 16 | 615 | 1.265 | 3.495 | 7.160 | 12.510 | 19.595 | 40.515 | 70.109 | 110.593 | 227.024 |
| 18 | 580 | 1.195 | 3.290 | 6.750 | 11.795 | 18.605 | 38.190 | 66.110 | 104.283 | 214.071 |
| 20 | 550 | 1.130 | 3.125 | 6.405 | 11.190 | 17.655 | 36.240 | 62.709 | 98.919 | 203.062 |
| 22 | 525 | 1.080 | 2.980 | 6.105 | 10.670 | 16.830 | 34.550 | 59.794 | 94.322 | 190.784 |
| 24 | 500 | 1.035 | 2.850 | 5.845 | 10.215 | 16.110 | 33.060 | 57.244 | 90.298 | 185.363 |
| 26 | 480 | 990 | 2.740 | 5.620 | 9.815 | 15.485 | 31.785 | 54.991 | 86.690 | 178.092 |
| 28 | 465 | 960 | 2.640 | 5.415 | 9.460 | 14.920 | 30.630 | 53.002 | 83.608 | 174.449 |
| 30 | 450 | 925 | 2.550 | 5.230 | 9.135 | 14.100 | 29.580 | 51.202 | 80.768 | 165.800 |
| 32 | 435 | 895 | 2.470 | 5.065 | 8.850 | 13.955 | 29.075 | 49.582 | 78.312 | 160.553 |
| 34 | 420 | 870 | 2.395 | 4.910 | 8.580 | 13.535 | 27.785 | 48.094 | 75.865 | 155.735 |
| 36 | 410 | 845 | 2.330 | 4.775 | 8.340 | 13.155 | 27.005 | 46.739 | 73.728 | 151.349 |
| 38 | 400 | 820 | 2.265 | 4.650 | 8.120 | 12.805 | 26.295 | 45.496 | 71.767 | 147.322 |
| 40 | 390 | 800 | 2.210 | 4.525 | 7.910 | 12.480 | 25.615 | 44.344 | 69.951 | 143.594 |
| 42 | 380 | 780 | 2.155 | 4.420 | 7.720 | 12.180 | 25.005 | 43.277 | 68.267 | 140.138 |
| 44 | 370 | 765 | 2.105 | 4.320 | 7.545 | 11.900 | 24.430 | 42.279 | 66.692 | 136.905 |
| 46 | 360 | 745 | 2.060 | 4.220 | 7.375 | 11.635 | 23.885 | 41.349 | 65.227 | 133.897 |
| 48 | 355 | 730 | 2.015 | 4.135 | 7.225 | 11.395 | 23.395 | 40.478 | 63.852 | 131.075 |
| 50 | 350 | 715 | 1.975 | 4.035 | 7.075 | 11.165 | 22.920 | 39.660 | 62.560 | 128.424 |
| 55 | 330 | 685 | 1.885 | 3.860 | 6.750 | 10.845 | 21.850 | 37.815 | 59.650 | 122.403 |
| 60 | 315 | 655 | 1.805 | 3.695 | 6.460 | 10.190 | 20.920 | 36.205 | 57.109 | 117.233 |
| 65 | 305 | 630 | 1.730 | 3.550 | 6.210 | 9.695 | 20.105 | 34.784 | 54.870 | 112.638 |
| 70 | 295 | 605 | 1.670 | 3.420 | 5.980 | 9.430 | 19.360 | 33.521 | 52.876 | 108.545 |
| 75 | 285 | 585 | 1.615 | 3.310 | 5.780 | 9.115 | 18.715 | 32.383 | 51.081 | 104.860 |
| 80 | 275 | 565 | 1.565 | 3.200 | 5.595 | 8.830 | 18.120 | 31.354 | 49.459 | 101.531 |
| 85 | 265 | 550 | 1.515 | 3.105 | 5.425 | 8.555 | 17.565 | 30.419 | 47.984 | 98.502 |
| 90 | 260 | 535 | 1.470 | 3.015 | 5.270 | 8.315 | 17.070 | 29.563 | 46.634 | 95.729 |
| 95 | 250 | 520 | 1.435 | 2.940 | 5.135 | 8.100 | 16.630 | 28.774 | 45.389 | 93.175 |
| 100 | 245 | 505 | 1.400 | 2.865 | 5.005 | 7.895 | 16.205 | 28.043 | 44.237 | 90.800 |
| 110 | 235 | 485 | 1.330 | 2.730 | 4.770 | 7.530 | 15.460 | 26.738 | 42.178 | 86.583 |
| 120 | 225 | 460 | 1.275 | 2.615 | 4.570 | 7.210 | 14.800 | 25.600 | 40.384 | 82.900 |
| 130 | 215 | 445 | 1.225 | 2.515 | 4.390 | 6.930 | 14.225 | 24.896 | 38.800 | 79.649 |
| 140 | 205 | 430 | 1.180 | 2.420 | 4.230 | 6.670 | 13.695 | 23.701 | 37.387 | 76.749 |
| 150 | 200 | 415 | 1.140 | 2.340 | 4.090 | 6.450 | 13.340 | 22.898 | 36.120 | 74.158 |
| 160 | 195 | 400 | 1.105 | 2.265 | 3.955 | 6.240 | 12.815 | 22.170 | 34.972 | 71.791 |
| 170 | 190 | 390 | 1.070 | 2.195 | 3.835 | 6.050 | 12.425 | 21.509 | 33.929 | 69.649 |
| 180 | 185 | 380 | 1.045 | 2.135 | 3.730 | 5.890 | 12.085 | 20.902 | 32.972 | 67.687 |
| 190 | 175 | 370 | 1.015 | 2.070 | 3.625 | 5.730 | 11.765 | 20.344 | 32.092 | 65.879 |
| 200 | 170 | 360 | 990 | 2.025 | 3.540 | 5.580 | 11.460 | 19.830 | 31.230 | 64.217 |

5.8 CÁLCULO DE LOS DIAMETROS DE CAÑERÍAS EN INSTALACIONES DOMICILIARIAS.

El cálculo de las cañerías de gas en el interior de los domicilios se lo encara en dos partes fundamentales:

- **Calculo de la cañería interna:** que comprende la cañería desde el medidor hasta los artefactos de consumo.
- **Calculo de las prolongaciones domiciliarias:** comprende las cañerías desde la conexión a la red hasta el medidor.

5.8.1 Cálculo de la cañería interna.

El cálculo se basa en el supuesto de suministrar el suficiente gas como para cubrir la demanda máxima, sin superar una pérdida de presión admisible entre el medidor y el artefacto mas alejado.

Para el calculo se emplea la TABLA 5.8, confeccionada con la formula del doctor Poole.

El diámetro necesario de cañería para suministrar el máximo caudal de gas correspondiente a una instalación, depende de los siguientes factores:

- Caudal máximo de gas a consumir.
- Longitud de la cañería y longitud equivalente por accesorios.
- Pérdida de carga admitida.
- Densidad del gas.
- Factor de simultaneidad.

5.8.1.1 Caudal máximo de gas a consumir.

El volumen de gas a suministrar en la unidad de tiempo (en m³/h o l/h), se obtiene del consumo total de los artefactos a instalar.

En la TABLA 5.9, se dan los valores de consumo promedio estimados, de los artefactos de usos domésticos, mas comúnmente utilizados.

TABLA 5.9 CONSUMO MEDIO DE ARTEFACTOS DOMESTICOS (Kcal/h).

| | |
|---|-------------------------|
| COCINAS: | |
| Quemadores de hornalla chicos | 800 - 1.000 Kcal/h |
| Quemadores de hornalla medianos | 1.200 - 1.400 Kcal/h |
| Quemadores de hornalla grande | 2.000 Kcal/h |
| Quemadores de horno | 2.500 - 4.000 Kcal/h |
| CALENTADORES DE AGUA INSTANTÁNEOS (CALEFONES): | |
| De 3 lt/min. | 4.700 – 5.000 Kcal/h |
| De 8 lt/min. | 11.500 – 12.500 Kcal/h |
| De 10 lt/min. | 15.000 – 16.000 Kcal/h |
| De 12 lt/min. | 18.000 – 19.000 Kcal/h |
| De 14 lt/min. | 21.000 – 22.400 Kcal/h |
| De 16 lt/min. | 24.000 – 25.500 Kcal/h |
| CALENTADORES DE AGUA DE ACUMULACIÓN (TERMOTANQUES): | |
| De 50 lt de capacidad | 4.000 – 5.000 Kcal/h |
| De 75 lt de capacidad | 5.000 – 6.500 Kcal/h |
| De 110 lt de capacidad | 6.500 – 8.000 Kcal/h |
| De 150 lt de capacidad | 8.000 – 9.500 Kcal/h |
| CALENTADORES DE AMBIENTE (ESTUFAS): | |
| - De cámara de combustión abierta y con ventilación al exterior y | |
| - De cámara de combustión estanca (balanceados). | |
| Calefacción doméstica: 2.500 Kcal/h – 3.000 Kcal/h – 4.500 Kcal/h | |
| 6.000 Kcal/h – 9.000 Kcal/h – 10.000 Kcal/h | |
| CALEFACCIÓN CENTRAL POR AIRE CALIENTE A CIRCULACIÓN FORZADA: | |
| Consumo doméstico | 12.000 – 60.000 Kcal/h |
| Consumo comercial | 60.000 – 600.000 Kcal/h |
| HELADERAS: | |
| Capacidad | |
| 0,070 dm ³ – 0,090 dm ³ | 200 Kcal/h |
| 0,090 dm ³ – 0,120 dm ³ | 340 Kcal/h |
| 0,225 dm ³ – 0,300 dm ³ | 650 Kcal/h |
| SECADORES DE ROPA: | |
| Consumo aproximado por kg de ropa húmeda (centrifugada). | 1.000 Kcal/h |
| Equipos | 2.000 – 4.000 Kcal/h |

Dicho consumo medio se establece en kilocalorías por hora.

Se define kilocaloría a la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1kg. de agua de 14,5 a 15,5 °C, a presión atmosférica normal (760 mmca. o 1,033 kg/cm²).

De esta manera, para hallar el caudal de gas a suministrar, se aplica la formula:

$$C = \frac{Q}{n Pc} \quad (5.7)$$

Donde:

C = Caudal de gas a presión atmosférica normal (m³/h).

Q = Cantidad de calor a suministrar por el aparato (Kcal/h).

n = Rendimiento o factor de funcionamiento del aparato (%).

Pc = Poder calorífico del combustible (Kcal/m³).

El poder calorífico es la cantidad de calor en Kcal que produce el combustible por m³ de gas a 15 °C y a presión atmosférica normal.

El poder calorífico del Gas natural es de 9.300 kcal/m³.

Para la determinación de los consumos, es conveniente tener en cuenta su posible aumento, por el agregado o cambio futuro de algún artefacto.

Como mínimo, las instalaciones de uso domestico, se proyectan teniendo en cuenta la instalación de cocina y calefón (2m³/h), efectuándose el cálculo como si todos los artefactos estuvieran colocados.

5.8.1.2 Longitud de la cañería y longitud equivalente por accesorios.

Para calcular el diámetro de los distintos tramos que constituyen una instalación, la longitud a considerar va a depender del trayecto a recorrer por el gas, desde el medidor hasta el artefacto mas alejado que alimenta.

La longitud, así determinada, se debe incrementar con la longitud equivalente de los distintos accesorios que la componen.

Se define *longitud equivalente* de un accesorio a la longitud de caño recto, del mismo diámetro que éste, que ofrece igual resistencia al paso del gas, es decir, que provoca igual caída de presión, de acuerdo a lo explicado precedentemente.

Para el cálculo de cañerías se emplea la TABLA 5.7. De esta manera, la longitud de cálculo será la suma de la longitud real de la cañería, y la longitud equivalente en metros, por los distintos accesorios que la componen.

Sin embargo, según se observa en la TABLA 5.7, la longitud equivalente depende del diámetro de la cañería, dato todavía no conocido, por lo que no se puede determinar a priori ese valor.

Por ello, la manera practica de encarar el cálculo, es efectuar el predimensionamiento de la instalación directamente, empleando la longitud real de las cañerías, sin considerar la longitud equivalente y de esa manera establecer los diámetros de la cañería.

Luego, conocidos los diámetros, puede efectuarse el cálculo de verificación de los mismos, incrementando a la longitud real, la longitud equivalente de los distintos accesorios que componen la instalación.

La experiencia de cálculos realizados en instalaciones domesticas demuestran que la diferencia entre el cálculo de predimensionamiento y verificación no es representativo, por lo que en la practica solo se suele realizar el cálculo sin considerar la longitud equivalente.

5.8.1.3 Pérdida de carga admitida.

La pérdida de carga o caída de presión entre el artefacto y el medidor, funcionando la totalidad de los artefactos a instalar, no debe exceder de 10 mm de columna de agua.

5.8.1.4 Densidad del gas.

Depende del tipo y característica del gas a utilizar. Los valores de densidad se dan relacionados con el aire igual a 1. El valor de la densidad del gas natural es de 0,65.

5.8.1.5 Factor de simultaneidad.

El factor de simultaneidad es la relación de la demanda máxima probable con la demanda máxima posible.

Esta relación depende del uso de la instalación y la característica del proyecto.

Para el uso domestico se fija en 1 dicha relación, lo que implica calcular la instalación como si todos los artefactos estuvieran conectados, funcionando simultáneamente.

5.8.2 Cálculo de las prolongaciones domiciliarias.

El diámetro de las prolongaciones domiciliarias se calcula en forma práctica en función de:

- Numero de medidores.
- Longitud de la prolongación.

A tal efecto se ha confeccionado la TABLA 5.10, en la que se establece el diámetro en milímetros para gas natural y medidores domésticos.

Se establece que los colectores que alimentan a los medidores deben mantener el diámetro constante en todo su recorrido, aun en el caso de agregado de medidores sobre el mismo colector.

En el caso de tratarse de casas de departamentos que cuenten con servicios centrales (agua caliente y calefacción) para el calculo de la prolongación debe considerarse la existencia de calefones con un consumo mínimo de 2 m³/h y cocina, tanto para baja como para media presión.

TABLA 5.10 DIÁMETRO DE PROLONGACIONES PARA MEDIDORES DOMÉSTICOS EN MILÍMETROS. (Gas Natural)

| Cantidad de medidores | LONGITUD DE LA PROLONGACIÓN EN METROS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 1 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 32 |
| 2 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| 3 | 19 | 19 | 19 | 19 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| 4 | 19 | 19 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| 5 | 19 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| 6 a 8 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| 9 a 11 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| 12 a 14 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 | 38 | 38 | 38 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| 15 a 17 | 25 | 32 | 32 | 32 | 38 | 38 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 63 | 63 |
| 18 a 20 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| 21 a 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| 26 a 30 | 38 | 38 | 38 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| 31 a 35 | 38 | 38 | 51 | 51 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |
| 36 a 40 | 38 | 51 | 51 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |
| 41 a 45 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 101 |
| 46 a 50 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 101 | 101 |
| 51 a 60 | 51 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 63 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 |
| 61 a 70 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 |
| 71 a 80 | 51 | 51 | 63 | 63 | 63 | 76 | 76 | 76 | 76 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 |
| 81 a 90 | 51 | 63 | 63 | 63 | 76 | 76 | 76 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 126 |
| 91 a 100 | 51 | 63 | 63 | 76 | 76 | 76 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 126 | 126 | 126 |

5.9 INSTALACIÓN DE APARATOS A GAS.

5.9.1 Características del local de instalación de aparatos.

Deberá ejecutarse en conformidad con los siguientes requisitos:

- a) Que no presenten ningún peligro a personas ó a la propiedad.
- b) Que no estén expuestos a corrientes de aire
- c) Que cualquier local donde se encuentra instalado uno o más aparatos a gas, debe cumplir con las siguientes características:

V = Volumen mínimo para el buen funcionamiento.

A = Alimentación de aire para la combustión.

S = Salida de aire viciado (productos de combustión).

A = Aireación rápida.

5.9.1.1 Reglas para el volumen mínimo.

- a) El volumen bruto, del local debe ser superior o por lo menos igual a **8 m³**, este volumen es válido para los aparatos no estancos no conectados y también para los aparatos no estancos conectados.
- b) Solamente el aparato: calentador de agua instantáneo no conectado es el que requiere **15 m³**.
- c) El volumen, no es necesario tomar en cuenta cuando se trata de:
 - 1) Dependencias que contengan únicamente aparatos conectados (local técnico solo para aparatos).
 - 2) Un local, que contenga aparatos de circuito estanco.
 - 3) Armarios cocina, abriéndose sobre una pieza de al menos **8 m³** sin estar en posición central, y que la superficie del piso no permita morar con la puerta cerrada.

Nota. Se considera local en posición central, si no tiene abriente (parte que se abre, puerta o ventana) para la posibilidad circuito de aire por limpieza rápida, dentro del cual no es posible la instalación de aparatos.

5.9.1.2 Alimentación de aire.

- a) Estas especificaciones tratan los diferentes sistemas de alimentación de aire necesario para la correcta combustión en los aparatos.
- b) Estas disposiciones no conciernen a aparatos de circuito estanco.
- c) Para todos los demás tipos de aparatos, los locales deben estar provistos de llegadas de aire permanentes ya sea de forma directa, o indirecta.

FIGURA 5.9

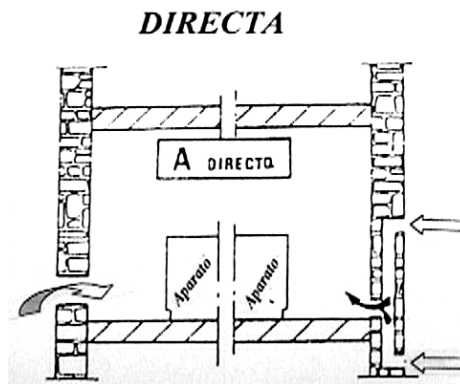
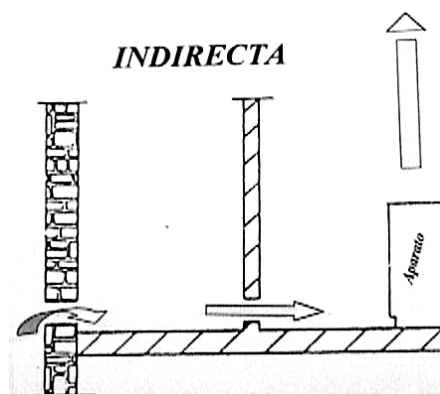


FIGURA 5.10



5.9.1.2.1 Llegada de aire directa.

El aire recogido en la atmósfera penetra directamente en el local donde se encuentra el o los aparatos de utilización:

- a) Ya sea por un conducto de ventilación.
- b) O por pasos arreglados en las paredes exteriores del local.

Para los **aparatos no conectados** la llegada de aire es obligatoria en dos casos:

- 1) Si la salida de aire se realiza, solamente a través de una pared que da al exterior (ver figura 5.11).
- 2) Si la salida de aire se realiza, solamente a través del corta-tiro de un aparato a gas conectado a un conducto que desemboca en un patio pequeño. (ver figura 5.12).

FIGURA 5.11



FIGURA 5.12

Entrada de aire
directa obligatoria
para el aparato no
conectado



5.9.1.2.2 Llegada de aire directa por paso a través de paredes exteriores.

- El orificio puede encontrarse en una pared que dé al exterior del local.
- Puede estar dividido en varios orificios, situados o no en la misma pared, siempre y cuando la suma de las secciones libres de los diversos orificios sea igual a la sección prescrita para un orificio único.

5.9.1.2.3 Secciones mínimas.

En la siguiente tabla se detalla las secciones mínimas de los pasos o ingresos de aire a través de las paredes exteriores.

TABLA 5.11

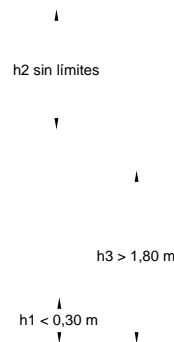
| TIPO DE APARATO | | SECCIÓN DE ALIMENTACIÓN DE AIRE DIRECTA / INDIRECTA | |
|--|---|---|---|
| | | SECCIÓN LIBRE MINIMA (cm ²) | APLICACIÓN |
| Aparatos no estanco no conectados | | 100 | Si la salida de humos se hace exclusivamente a través de Paredes Exteriores. Sección mínima de salida 100 cm ² . |
| | | 50 | Si la salida de humos se hace entera o parcialmente por conducto de evacuación vertical, sección a calcular. |
| Aparatos no estancos Conectados | $P_u \leq 25 \text{ kW}$ | 50 | Si, la salida de humos por conducto de evacuación vertical, sección a calcular. |
| | $25 \text{ kW} \leq P_u \leq 35 \text{ kW}$ | 70 | |
| | $35 \text{ kW} \leq P_u \leq 50 \text{ kW}$ | 100 | |
| | $50 \text{ kW} \leq P_u \leq 70 \text{ kW}$ | 150 | |
| Local que contiene Varios aparatos conectados y no conectados | | Sección impuesta por El Aparato de Mayor Potencia | Sección de conducto de evacuación a calcular. |
| Aparatos de circuito estanco | | Ninguna disposición especial. | Salida por conducto propio del aparato. |

5.9.1.2.4 Altura a la cual debe estar ubicado un ingreso de aire.

Se presentan dos posibilidades:

- 1) Si se tiene en el local un conducto de evacuación, la única restricción es que el ingreso de aire conecte con el exterior, pues la altura no tiene límite.
- 2) Si la salida de los productos de la combustión, se realiza a través de una sección o abertura en la pared que dé al exterior (cumpliendo la reglamentación), el orificio de alimentación de aire debe estar ubicado a una altura máxima de **30 cm** del nivel del piso (interior de la habitación).

FIGURA 5.13



5.9.1.3 Evacuación de productos de combustión.

Dar salida al exterior a los productos de combustión generados por los artefactos a gas y evitar el efecto nocivo de los mismos. La evacuación de los gases de la combustión permite diferenciar los tipos de artefactos utilizados.

Así se puede mencionar tres tipos fundamentales de aparatos a saber:

- Aparatos de circuito estanco.
- Aparatos de circuito no estanco conectados.
- Aparatos de circuito no estanco no conectados.

5.9.1.3.1 Aparatos de circuito estanco.

Son aquellos que toman el aire necesario para la combustión del exterior y descargan los gases al mismo.

Entregan el calor directamente al ambiente, en el caso de estufas FIG. 5.14, o indirectamente al agua, como en el caso de calefones.

La evacuación de los productos de combustión de estos aparatos, se realiza por medio de un dispositivo que desemboca a través de una pared exterior.

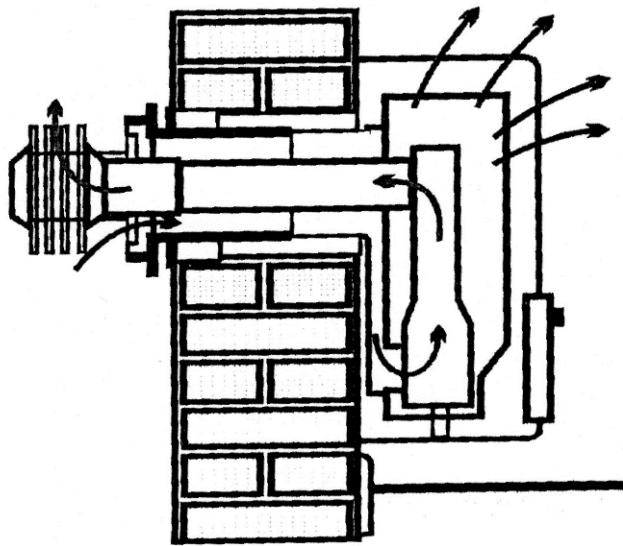


FIG. 5.14 APARATO DE CIRCUITO ESTANCO.

5.9.1.3.2 Requisitos generales para aparatos de circuito estanco.

- a) Estos aparatos no deben estar conectados a un conducto de evacuación ordinario.
- b) Los aparatos de circuito estanco de combustión deben instalarse de tal manera que su posición relativa al dispositivo especial de evacuación no pueda ser modificada, incluso después de intervención para mantenimiento.
- c) El sistema de conexión que acompaña al aparato, debe ser utilizado excluyendo todo otro dispositivo.

5.9.1.3.3 Aparatos de circuito no estanco conectados.

Son aquellos que toman el aire necesario para la combustión del local y descargan los gases al exterior y el calor directamente al ambiente, como en el caso de los calefactores de calefacción FIG. 5.15, o indirectamente al agua, como en el caso de termotanques o calefones.

El conducto de evacuación de los productos de la combustión es la canalización destinada a eliminar al exterior los mismos.

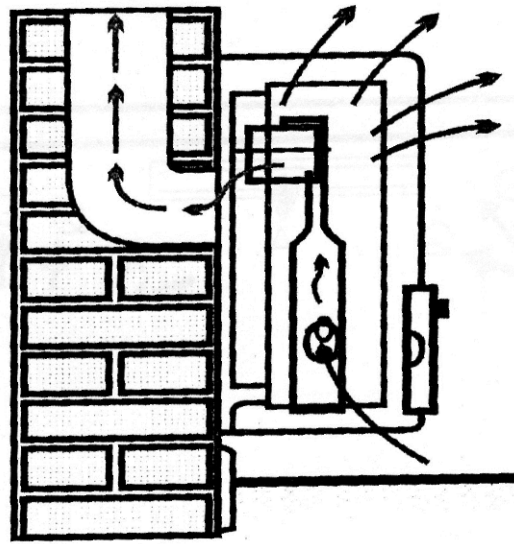


FIG. 5.15 APARATOS DE CIRCUITO NO ESTANCO CONECTADOS.

5.9.1.3.4 Requisitos generales para aparatos no estanco conectados.

- a) Solamente son susceptibles de ser dispensados de conexión a un conducto de humo, los siguientes aparatos:
- 1) Aparatos domésticos de cocción.
 - 2) Lavadoras de limpieza.
 - 3) Calentador de agua instantáneo de potencia útil máxima 8.72 Kw, consta de seguridad de atmósfera, es destinado a puntos uso con requerimiento no mayor a 5 minutos consecutivos.
 - 4) Generadores o acumuladores de agua o termotanques, cuyo caudal calorífico (potencia absorbida) no sobrepase 2.3 Kw

5) Refrigeradores y otros aparatos domésticos cuyo caudal calorífico no sobrepasa los 2.3 Kw

b) Un aparato no debe ser conectado a un dispositivo de evacuación si:

El tubo de conexión desemboca a un local vecino, que es accesible a personas (pasillos bajo techo, W.C., habitaciones, escalera, garaje, depósito o bodega, etc.).

c) Para la ejecución de un conducto, sea este individual o colectivo, se tendrá en cuenta que:

1) El interior de los conductos debe ser liso, sin alteraciones de continuidad (rebabas, escalones) que perjudiquen la libre circulación de los gases. Cuando el conducto individual que se quiera utilizar no responda a estas características básicas, requerirá aprobación previa.

2) Deben ser estancos y no permitir la fuga de gases quemados.

3) En los conductos colectivos se instalarán únicamente artefactos que dispongan de válvula de seguridad por corte total de llama.

d) Ventilación mecánica controlada gas: en el caso de que se utilicen extractores mecánicos (extracción producida por ventiladores accionados por energía eléctrica u otra) deberá cumplirse la condición ineludible de que posean dispositivo de bloqueo total de gas en caso de interrupción de la energía utilizada o fallas mecánicas del forzador de tiraje.

5.9.1.3.5 Aparatos no estancos no conectados.

Son aquellos que toman aire necesario para la combustión, y descargan los gases y el calor directamente al local.

Es el caso común de cocinas o estufas sin tiraje como pantallas infrarrojas.

5.9.1.3.6 Requisitos generales para aparatos no estanco no conectados.

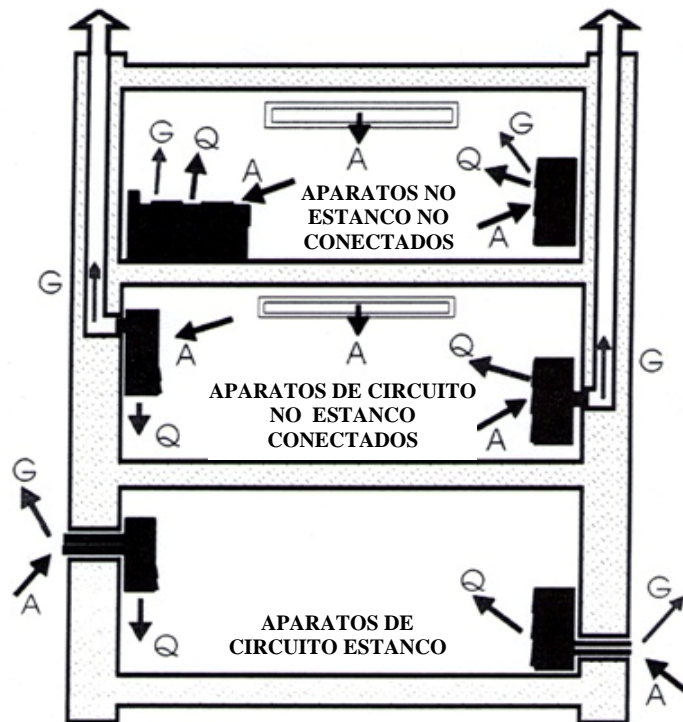
Deberá ejecutarse en conformidad con los siguientes requisitos:

a) Se colocarán en lugares en que los quemadores no queden sometidos a corrientes de aire.

b) Que el local posea las aberturas necesarias comunicadas con el exterior, como se indica más atrás, para reponer el aire consumido por la combustión.

- c) No podrán ir embutidas, con excepción de los modelos aprobados para tal fin.
- d) Deberán quedar perfectamente niveladas la plancha y rejillas soportes.
- e) Las paredes próximas a la cocina deben ser de material incombustible como así también la parte de piso en que se apoya.
- f) Los baños, duchas, dormitorios, salas de estar, así como las piezas en comunicación con estas últimas (por una abertura permanente aparte de aquellas previstas para la llegada de aire en parte baja) NO pueden tener un aparato de producción de agua caliente no conectado (calentador de agua instantáneo, o un acumulador de agua cuya potencia es mayor a 2,3 Kw).
- g) Un local no debe contener más de un calentador de agua instantáneo no conectado.

En la FIG. 5.16, se muestra un esquema de aplicación de los tres tipos fundamentales de aparatos a saber:



REFERENCIAS:

- A:** Toma de aire para combustión del ambiente o exterior.
- G:** Descarga de los gases de la combustión.
- Q:** Entrega de calor.

FIG. 5.16 ESQUEMA DE APLICACIÓN DE LOS TIPOS DE APARATOS.

5.9.1.4 Aireación.

Aireación o ventilación rápida, es muy necesaria para la evacuación rápida de los productos de la combustión y/o en algún caso posibles fugas de gas, y así de esta manera realizar la limpieza del local a través de una abriente.

- a) Se considera local con abriente: si se tiene una ventana o un marco de por lo menos $0,4 \text{ m}^2$ de sección libre, abriéndose directamente hacia el exterior, o sobre un patio de ventilación (considerándose así a un lugar cuya pared más pequeña será de por lo menos 2 metros).
- b) O si existe posibilidad de circuito de aire por limpieza rápida en la vivienda donde se encuentra el aparato:
 - 1) Si el local se abre, por una puerta no clausurada, hacia una primera pieza provista de una abriente (ventana o puerta) que conecta con el exterior.
 - 2) o si el local posee una segunda abertura (puerta, ventana o marco) dando sobre otra pieza o un conjunto de piezas que se comunican y dispongan de al menos de una abriente dando hacia otra fachada diferente a la primera pieza ya mencionada.

5.10 ARTEFACTOS DOMESTICOS QUE UTILIZAN GAS.

Las mayores aplicaciones del gas natural en el sector domestico son la cocción de alimentos y el calentamiento del agua, los artefactos domiciliarios que utilizan gas, normalmente son la cocina, calefón, termotanque, estufas, calderas de agua caliente, etc., destinados a la aplicación domestica, además de los que se utilizan en el área industrial.

❖ Cocinas.

Una de las aplicaciones principales del gas es en cocinas para el uso domiciliario, que constituyen artefactos con elementos de combustión abiertos en los ambientes, quedando los productos de la combustión dentro de ellos. Las cocinas están constituidas por tres partes fundamentales plancha, horno y parrilla.

Existen en plaza numerosos modelos, en medidas estándar, con un continuo avance, ya sea en diseño como en la tecnología de fabricación. Normalmente se las fabrica en tres o cuatro hornallas, con horno y parrilla, previstas con visor, indicador de temperatura, etc. Las cocinas se construyen con quemadores del tipo bunsen.

La construcción de las cocinas deben permitir un fácil desarme, ya sea para limpieza o reparación, debiendo todos los elementos ubicarse en forma fácilmente accesibles a tales efectos.

❖ **Calefón.**

El calefón es un artefacto constituido básicamente por un intercambiador de calor, compuesto por un serpentín, en el cual circula el agua a calentar, lo que se realiza por la llama producida por el quemador principal.

El quemador principal es controlado por uno más pequeño, denominado piloto, que esta permanentemente encendido y tiene por finalidad provocar la ignición del gas que se suministra al quemador principal.

La característica principal de funcionamiento de estos aparatos es la de rápida puesta en marcha, por lo que se los denomina calentadores instantáneos de agua. Pueden ser de cámara abierta, descargando los gases por conductos al exterior, tomando el aire para la combustión del local, o de cámara estanca.

Al calefón se lo define por su capacidad en litros, que se refiere al calentamiento del agua en litros por minuto, para provocar un aumento de su temperatura en 20°C. Se fabrican en distintas capacidades, variando de 3 a 20 litros, las características son variables según los distintos modelos que existen en plaza.

❖ **Termotanque.**

Mediante el empleo de este artefacto se calienta y conserva determinada cantidad de agua, en un tanque de acumulación provisto con protección térmica. A medida que el agua caliente se consume, se repone con agua fría de la red, manteniendo una temperatura

adecuada y constante por medio del funcionamiento de quemadores a gas, regulados por un termostato.

El termotanque a gas consta generalmente, de un tanque interior construido en chapa de acero, protegido contra la corrosión. La transmisión del calor al agua se realiza a través del fondo del tanque y del conducto de conducción de gases de la combustión.

El equipo de control lo constituye el termostato que cumple dos funciones.

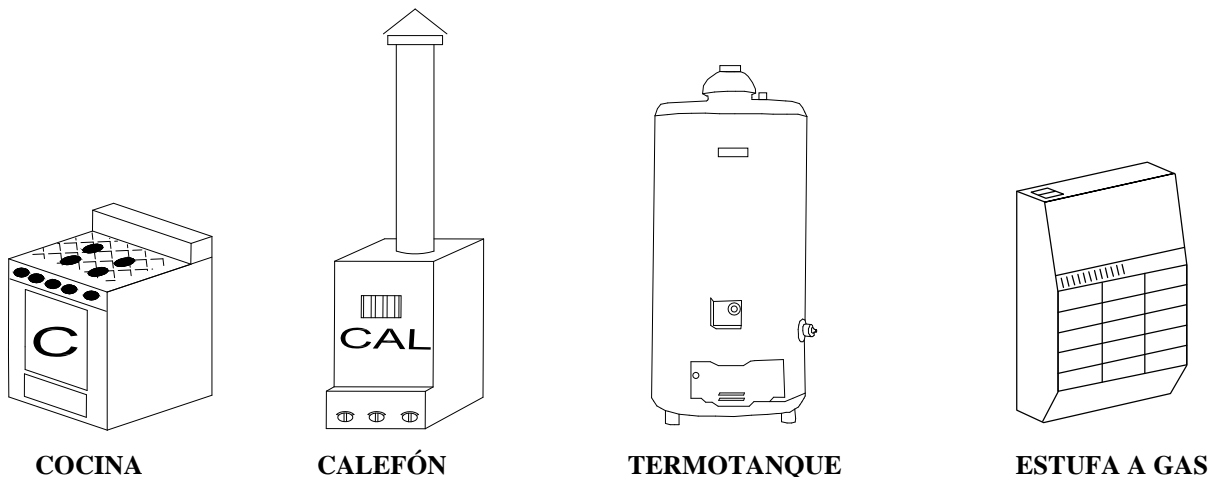
- Termostática, controlando la temperatura límite del agua del tanque.
- De seguridad, produciendo el cierre total del pasaje de gas al artefacto, en caso de que se apague el quemador piloto.

❖ **Estufas a gas**

Las estufas son elementos destinados a la calefacción individual de los ambientes. Con el avance y desarrollo de las instalaciones de gas natural es muy numerosa la aplicación de estos calefactores a gas para viviendas e industrias.

Los calefactores a gas se pueden clasificar en tres tipos fundamentales:

- Rayos infrarrojos (pantallas y estufas) sin ventilación exterior.
- Convectores de circuito no estanco conectados.
- Convectores de circuito estanco.



5.11 INGENIERIA DEL PROYECTO.

5.11.1 Diseño de la red de distribución domiciliaria.

El objetivo fundamental en el diseño de una red de distribución domiciliaria es hacer llegar el gas natural en condiciones óptimas a cada punto de consumo o artefacto, donde a partir de una serie de datos de consumo, se desea obtener los diámetros adecuados para la red de distribución domiciliaria.

Como se pudo apreciar, el consumo es relativamente bajo en la localidad de Palos Blancos, ya que este depende de la cantidad de artefactos que demanden gas en las residencias, que a su vez los aparatos mas habituales son la cocina domestica y el horno domestico, y en algunos de los casos el uso del Termotanque o calefón, esto debido a las características socioeconómicas de la región.

Este proyecto esta contemplado dentro del Plan Departamental gratuito denominado “GAS PARA TODOS”, consistente en la construcción de instalaciones internas y Acometidas en diferentes centros poblacionales del Departamento de Tarija a efectuarse en la presente gestión, cuya entidad ejecutora es la Empresa Tarijeña del Gas EMTAGAS.

Las características de este proyecto consiste en realizar el tendido de red interna hasta el punto de la cocina, buscando para ello la solución técnica más sencilla y de menor longitud, dejando para una futura ampliación de un punto de consumo, una “T” y su respectivo tapón, para la instalación de otro artefacto como ser calefón, termotanque, estufa, etc.

Todas y cada una de las instalaciones internas no podrán superar los (22) metros lineales de tendido de cañería, si la instalación interna domiciliaria sobrepasa el máximo establecido de los 22 metros lineales, esta podrá ampliarse con el consentimiento del usuario y bajo la entera responsabilidad del contratista.

La construcción de las instalaciones internas se adecuara a lo especificado en el Anexo V, del Reglamento de Diseño, Construcción y Operación de Redes de Gas e Instalaciones Internas, Aprobado mediante D.S. 28291.

Para el diseño y cálculo de la red de distribución domiciliar se tomo en cuenta una instalación domiciliar tipo, que contempla la instalación de 2 puntos una Cocina y un Calefón como mínimo, esto debido a las características socioeconómicas de la localidad de Palos Blancos. (Ver PLANO N° 1 ANEXO 7).

5.11.2 Cálculo de la red de distribución domiciliaria.

5.11.2.1 Artefactos a instalar y consumos.

| CANTIDAD | CODIGO | ARTEFACTO | CONSUMO Kcal/h | CONSUMO lt/h |
|----------|--------|--------------|-------------------|-----------------|
| 1 | C | Cocina | 8000 | 860 |
| 1 | CAL | Calefón | 5000 | 538 |
| | | TOTAL | 13000 | 1398 |

5.11.2.2 Consumo de diseño.

El consumo máximo a suministrar o consumo de diseño se obtiene simplemente dividiendo el consumo indicado en cada artefacto por el poder calorífico del gas natural que se tenga en servicio. El poder calorífico del gas natural utilizado para el diseño de instalaciones domiciliarias es igual a 9300 Kcal/m³.

$$C = 8000/9300 = 0.860 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$CAL = 5000/9300 = 0.538 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Como se ha indicado en un punto anterior, existen tablas para el diseño de las instalaciones domiciliarias o de baja presión, (TABLA 5.7 y TABLA 5.8). Las unidades de los consumos de diseño de los artefactos dependen de las unidades establecidas en la tabla que se va a utilizar. Como la tabla que utilizamos maneja el consumo de los artefactos en litros por hora, multiplicamos los consumos de diseño anteriores por 1000 para la transformación respectiva. De esta manera el consumo de diseño (Q) para cada artefacto es el siguiente:

$$Q_C = 860 \text{ lt/hr}$$

$$Q_{CAL} = 538 \text{ lt/hr}$$

En el diseño de redes de baja presión, la pérdida de carga máxima corresponde al punto de consumo que está más alejado del gabinete o medidor y para el resto de los artefactos la pérdida de carga debe ser igual a la admisible. La pérdida de carga total es igual a la pérdida de fricción en las tuberías más la pérdida debido a los accesorios.

5.11.2.3 Longitudes parciales y longitudes artefacto – gabinete.

Se debe conocer antes de utilizar la tabla de diseño la longitud existente entre cada artefacto o punto de consumo y el medidor. Estas longitudes se determinan según el esquema isométrico o plano que se tenga. Las distancias parciales de los tramos que forman la red domiciliaria según el esquema isométrico (PLANO N° 1 ANEXO 7) son las siguientes:

$$\text{Tramo G - 1} = 0.20 + 0.25 + 1.23 + 4.90 + 2.97 + 10.00 + 3.20 = 22.75 \text{ m.}$$

$$\text{Tramo 1 - CAL} = 5.65 + 0.80 = 6.45 \text{ m.}$$

$$\text{Tramo 1 - C} = 0.15 + 1.05 + 0.80 = 2 \text{ m.}$$

Con estas longitudes parciales de cada tramo se calcula la distancia de cada punto de consumo o artefacto al gabinete (G). Estas longitudes son las siguientes:

$$\text{CAL - G} = \text{G-1} + \text{1-CAL}$$

$$\text{CAL - G} = 22.75 + 6.45$$

$$\text{CAL - G} = 29.20 \text{ m.}$$

$$\text{C - G} = \text{G-1} + \text{1-C}$$

$$\text{C - G} = 22.75 + 2$$

$$\text{C - G} = 24.75 \text{ m.}$$

5.11.2.4 Tramo principal.

El tramo principal es el de mayor longitud, es decir CAL – G, la que se utiliza para determinar el diámetro de la tubería CAL – 1, y la de los tramos por los cuales el gas natural debe recorrer para llegar desde el medidor G hasta el punto de consumo CAL.

En caso, que un tramo derive del tramo principal y que tenga otros tramos secundarios se debe manejar el mismo concepto de tramo principal o de mayor distancia existente desde el punto de derivación o ramificación hasta el punto de consumo.

Para el diseño de la instalación se hace un primer calculo utilizando solo la longitud real de las tuberías y la TABLA 5.8 (pág.115), en la que se calcula el diámetro de la tubería con el consumo de diseño en litros por hora y con la longitud en metros. Luego se considera la longitud equivalente a la perdida de carga debido a los accesorios.

Es conveniente empezar determinando el diámetro de la tubería correspondiente al tramo principal desde el punto de consumo hacia el medidor.

Utilizando la TABLA 5.8 (pág. 115) y con los datos obtenidos hasta ahora elaboramos la tabla siguiente:

| TRAMO | CONSUMO (lt/hr) | LONGITUD REAL (m) | DIAMETRO (mm) |
|---------|-----------------|-------------------|---------------|
| 1 - CAL | 538 | 29.20 | 13 |
| 1 - C | 860 | 24.75 | 13 |
| G - 1 | 1398 | 29.20 | 19 |

Hasta este punto se tiene un diseño aproximado de la red de gas ya que solo se tomo en cuenta las pérdidas debido a la fricción del gas en la tubería.

5.11.2.5 Longitudes equivalentes parciales.

Con el uso de la TABLA 5.7 (pág. 112), calculamos la perdida debido a los accesorios, la que se calcula en función al tipo de accesorio y el diámetro del mismo.

El valor que se obtiene de esta tabla representa la longitud equivalente a la perdida que se tendría en dicha longitud de tubería recta. La longitud equivalente se la determina por tramos y se utiliza en el diseño de la misma manera que en el caso de la longitud real de la tubería explicado anteriormente (tramo principal). Según en el esquema isométrico las perdidas locales para cada tramo de la red son las siguientes:

| TRAMO | N° | ACCESORIOS | DIÁMETRO | | FACTOR | LONG. EQUIV. |
|---------|----|-------------------|----------|-------|--------|--------------|
| | | | Pulg | m | | |
| 1 - CAL | 2 | Codo a 90° | 1/2 | 0.013 | 30 | 0.78 |
| | 1 | Te flujo a través | 3/4 | 0.019 | 20 | 0.38 |
| | | Te flujo a 90° | | | 60 | |
| | 1 | Válvula macho | 1/2 | 0.013 | 100 | 1.30 |

Longitud Equivalente Tramo (1 – CAL):

2.46 m.

DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL SECUNDARIA Y DOMICILIARIA.

| TRAMO | N° | ACCESORIOS | DIÁMETRO | | FACTOR | LONG. EQUIV. |
|-------|----|-------------------|----------|-------|--------|--------------|
| | | | Pulg | m | | |
| 1 - C | 2 | Codo a 90° | 1/2 | 0.013 | 30 | 0.78 |
| | | Te flujo a través | | | 20 | |
| | 1 | Te flujo a 90° | 3/4 | 0.019 | 60 | 1.14 |
| | 1 | Válvula macho | 1/2 | 0.013 | 100 | 1.30 |

Longitud Equivalente Tramo (1 – C): 3.22 m.

| TRAMO | N° | ACCESORIOS | DIÁMETRO | | FACTOR | LONG. EQUIV. |
|-------|----|-------------------|----------|-------|--------|--------------|
| | | | Pulg | m | | |
| G - 1 | 6 | Codo a 90° | 3/4 | 0.019 | 30 | 3.42 |
| | | Te flujo a través | | | 20 | |
| | | Te flujo a 90° | | | 60 | |
| | 1 | Válvula macho | 3/4 | 0.019 | 100 | 1.90 |

Longitud Equivalente Tramo (G – 1): 5.32 m.

5.11.2.6 Longitud equivalente total para cada tramo.

Calculadas las Longitudes Equivalentes Parciales para cada uno de los tramos, calculamos la Longitud Equivalente Total (LET.) para cada punto de consumo o artefacto.

| TRAMO | TRAMOS PARCIALES | LONG. EQUIV. PARCIAL (m) |
|---------|------------------|--------------------------|
| 1 - CAL | G – 1 | 5.32 |
| | 1 – CAL | 2.46 |

Longitud Equivalente Total (1 – CAL): 7.78 m.

| TRAMO | TRAMOS PARCIALES | LONG. EQUIV. PARCIAL (m) |
|-------|------------------|--------------------------|
| 1 - C | G – 1 | 5.32 |
| | 1 – C | 3.22 |

Longitud Equivalente Total (1 – C): 8.54 m.

| TRAMO | TRAMOS PARCIALES | LONG. EQUIV. PARCIAL (m) |
|-------|------------------|--------------------------|
| G - 1 | G - 1 | 5.32 |
| | | |

Longitud Equivalente Total (G - 1): 5.32 m. (Usar LET. Tramo principal)

Longitud Equivalente Total (G - 1): 7.78 m.

5.11.2.7 Longitud total de diseño para cada tramo.

Con la Longitud Equivalente Total y la distancia de recorrido del gas o longitud de tubería real hasta cada punto de consumo, calculamos la Longitud Total de Diseño. Nuevamente determinamos el diámetro actual en la TABLA 5.8 (pág. 115). En el caso que el diámetro anterior o el primer diámetro no sea igual al diámetro actual o al último diámetro obtenido, se debe calcular nuevamente la Longitud Equivalente parcial y la Longitud Total de Diseño para los tramos afectados para así determinar un nuevo diámetro actual con la TABLA 5.8 (pág. 115). Este procedimiento debe hacerse hasta que los diámetros finales y el anterior calculado de cada tramo sean los mismos.

Con la Longitud Total de Diseño y los consumos obtenemos la siguiente tabla:

| TRAMO | CONSUMO (lt/hr) | LONGITUD REAL (m) | DIAMETRO (mm) | LONG. EQUIV. TOTAL (m) | LONGITUD TOTAL (m) | DIAMETRO ACTUAL (mm) |
|---------|-----------------|-------------------|---------------|------------------------|--------------------|----------------------|
| 1 - CAL | 538 | 29.20 | 13 | 7.78 | 36.98 | 13 |
| 1 - C | 860 | 24.75 | 13 | 8.54 | 33.29 | 13 |
| G - 1 | 1398 | 29.20 | 19 | 7.78 | 36.98 | 19 |

TABLA 5.12 SEGUNDA OBTENCIÓN DE DIAMETROS CON LA LONGITUD TOTAL (LONGITUD EQUIVALENTE TOTAL MÁS LONGITUD REAL)

5.11.2.8 Diámetros definitivos.

Como los diámetros anterior y actual son los mismos, el cálculo se da como finalizado.

De esta manera los diámetros definitivos de cálculo de la red de distribución domiciliaria son:

| TRAMO | DIAMETRO | |
|---------|----------|--------|
| | (mm) | (pulg) |
| 1 - CAL | 13 | 1/2 |
| 1 - C | 13 | 1/2 |
| G - 1 | 19 | 3/4 |

CAPITULO VI
PRESUPUESTO DEL PROYECTO

6.1 GENERALIDADES.

Con la finalidad de efectuar un análisis económico del proyecto Diseño de Redes de Distribución de Gas Natural Secundaria y Domiciliaria para la población de Palos Blancos, se elaboro el presente presupuesto dividido en tres módulos independientes:

- 1.- PUENTE DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.
- 2.- RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA.
- 3.- INSTALACIONES INTERNAS DE GAS DOMICILIARIO.

Los porcentajes utilizados en la determinación de los precios unitarios de cada actividad de los módulos que componen el proyecto, son los siguientes:

| | |
|-----------------------|---------|
| Cargas Sociales..... | 67 % |
| Impuestos IVA..... | 14.94 % |
| Herramientas..... | 5 % |
| Gastos Generales..... | 10 % |
| Utilidad..... | 10 % |
| Impuestos IT..... | 3.09 % |

Debido al proceso inflacionario que sufre nuestra economía nacional, se pudo observar que los precios tanto de insumos como de mano de obra, fluctúan en rangos muy amplios. En este sentido con la finalidad de que nuestro presupuesto cuente con precios reales y actuales, se recurrió a la Dirección Técnica de la Empresa Tarijeña del Gas EMTAGAS, para que se nos proporcione los precios de algunos Ítems con los que mencionada empresa trabaja en la presente gestión.

6.2 PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO.

A continuación, se muestran los presupuestos del proyecto para los módulos mencionados:

CAPITULO VII

MEDIO AMBIENTE

7.1 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.

En 1992, mediante Ley No 1333 del 27/4/92, se aprobó la “Ley General del Medio Ambiente”, que constituye la ley de referencial, en materia de legislación y gestión ambiental en el país.

El objeto de la ley, que enmarca el espíritu de la misma, se indica en el artículo I, que establece: “La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población”.

En el título III, “De los aspectos ambientales”, se encuentra el Capítulo IV “De la evaluación de impactos ambientales”, que en los artículos 24 al 28, se refiere exclusivamente a los estudios de impacto ambiental.

En estos artículos se establece la obligatoriedad de todo proyecto de contar con el estudio de impacto ambiental, con carácter previo a la fase de inversión. Se establece, así mismo, que la declaratoria de impacto ambiental (DIA), emitida por la autoridad ambiental, constituye la referencia técnico-legal para la clasificación del proyecto y su posterior control. Actualmente existe un reglamento transitorio, que norma los aspectos procedimentales, presentación y categorización, evaluación, control y fiscalización, de los estudios.

En el marco del reordenamiento del poder ejecutivo, desde agosto de 1993 la autoridad nacional encargada de los estudios de impacto ambiental, es la Dirección Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, dependiente de la Subsecretaría de Calidad Ambiental, Secretaría Nacional de Recursos Naturales y Gestión Ambiental, Ministerio de desarrollo sostenible y medio ambiente.

La elaboración del presente estudio de impacto ambiental, permite compatibilizar el proyecto con la característica ambiental, en cumplimiento de la legislación nacional y las políticas de gestión ambiental.

7.2 FUNDAMENTO

El presente proyecto es una iniciativa que se emprenderá con la alternativa de otorgar los servicios básicos como es la distribución de gas natural en la localidad de Palos Blancos de la Provincia de O'Connor. Este emprendimiento ayudará al desarrollo de la zona en el aspecto social e comercial, también coadyuvará en la economía de las familias mediante el comercio que se traducirá en la compra venta de productos agrícolas la pequeña industria y servicios complementarios que tendrá movimiento económico ventajoso.

El medio ambiente se ha convertido en una preocupación constante para la humanidad, este extremo es confirmado por la existencia de la Ley N° 1333, el objetivo principal es mostrar sus alcances y la importancia de este instrumento legal que es el primer intento serio del Estado para normar las relaciones de los ciudadanos y las diversas actividades con su medio ambiente, a la vez crear una conciencia ambientalista en las personas.

Las grandes reservas de gas natural que tiene nuestro país y que se encuentran concentradas entre las provincias O'Connor y Gran Chaco está motivando a que se prioricen las instalaciones de redes domiciliarias de gas en las principales capitales de las provincias y localidades aledañas que pueden contar con este energético. En este emprendimiento se pretende mejorar el nivel de vida poblacional, permitir la generación de empleo a largo plazo, sustituir la utilización de la leña y el GLP por el gas natural lo que conllevará un impacto directo en el área de influencia del proyecto. Ante estos antecedentes planteamos la presente alternativa con el firme objetivo de contribuir al desarrollo regional, preservar el medio ambiente y que el desarrollo llegue hacia todas las zonas que necesiten.

7.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS

El presente capítulo se desarrolló con base en un análisis minucioso de los impactos ambientales del proyecto de distribución de GN, en la zona de influencia, y para las fases previas a la construcción, operación y mantenimiento.

La distribución del GN hace parte del uso de tecnologías mas limpias y como tal, no causan impactos de gran magnitud ni al entorno natural ni al hombre. Por el contrario, la distribución del GN en Tarija ha sido un proceso altamente benéfico para los usuarios, quienes en la actualidad pueden contar con un energético limpio, económico y seguro.

Es importante destacar que alrededor de los proyectos de distribución de GN se generan impactos positivos, tales como generación de empleo, distribución de un energético mas limpio, mejoramiento paisajístico, disminución del consumo de otros combustibles fósiles, especialmente en la parte industrial, de leña para cocción de alimentos y disminución de los riesgos de operación mediante una adecuada señalización y articulación del plan de contingencias.

La gestión ambiental de un proyecto de distribución de GN durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento se da mas que todo en el ámbito urbano, donde los proyectos de distribución del energético, se llevan a cabo en un tiempo relativamente corto y la instalación del sistema se da prácticamente sin tener mayores repercusiones sobre la población o el entorno físico natural.

7.4 ELABORACIÓN DE LA FICHA AMBIENTAL Y MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

A continuación se presenta la elaboración de la Ficha Ambiental y Matriz de Identificación de Impactos, que generaría la puesta en marcha del proyecto Diseño de Redes de Distribución de Gas Natural Secundaria y Domiciliaria para la Población de Palos Blancos.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES.

- Los resultados del proyecto demuestran que la red abastece ampliamente la demanda futura que existirá en el área de influencia del proyecto. Por tanto, se favorecerá con gas natural domiciliario en su totalidad a la población de Palos Blancos, tanto a los actuales como, a los futuros usuarios proyectados para el año 2032.
- Los resultados arrojados por el software, permiten tener holguras que aseguran el abastecimiento de la red incluso para la población que vaya a crecer después del año 2032 por los asentamientos de las emergentes urbanizaciones.
- Los diámetros que se sugiere para este proyecto, son frutos del cálculo realizado con el Software, en función a los diámetros disponibles en el mercado.
- El tramo de salida de 63 mm. obedece a una proyección a largo plazo, que no limita crecimientos imprevistos de la población.
- Se ha proyectado un sistema de corte por válvulas de bloqueo en toda la red, aislándola en 5 circuitos independientes.
- La ubicación del PRM podría variar, ya sea por la capacidad adquisitiva del terreno de emplazamiento o por cualquier otro factor, pero aún así no afectaría sustancialmente los resultados favorables obtenidos.
- La utilización de la TABLA 5.8, en el diseño de instalaciones domiciliarias de gas natural obliga en la mayoría de los casos a realizar ajustes al tratar de hacer coincidir las longitudes reales y caudales de la instalación con los indicados en la tabla. De la misma forma muchas veces se adquiere un diámetro superior definitivo debido a la falta de este en nuestro mercado. Todos estos ajustes que se realizan ocasionan un sobredimensionamiento que se ve reflejado en la capacidad disponible y máxima de la instalación.
- La aplicación de la formula del Dr. Poole, (formula 5.6), y la metodología utilizada actualmente para el diseño de redes domiciliarias de gas natural (en

función a un tramo principal o tramo artefacto-gabinete mas largo de la instalación), permiten el diseño de una instalación de baja presión con buenos resultados y satisfactorios para el buen funcionamiento de la red.

8.2 RECOMENDACIONES.

En base a los Resultados obtenidos del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Cerciorarse de hacer un buen venteo a la línea antes de habilitar cualquier ramal, para poder evitar el bloqueo de los medidores en los gabinetes de los usuarios.
- Profundizar los tramos que estén más expuestos, especialmente en el cruce de la carretera que va a Tarija, donde circulan camiones de alto tonelaje.
- Es importante llevar un registro de lecturación del PRM, donde se tome una muestra de los consumos pico en horas de máxima demanda.
- Es importante capacitar al personal técnico para operación de válvulas de bloqueo, para que los mismos den razón a la necesidad con la que fueron previstas.
- Se recomienda, implementar cursos de actualización y adiestramiento al personal que estará involucrado en las operaciones y mantenimiento de la redes de gas natural, como también al personal dedicado a la reparación y mantenimiento de artefactos a gas natural, para así ofrecer una respuesta inmediata y eficiente ante cualquier contingencia.
- Para realizar el diseño de una instalación domiciliaria debe consultarse la documentación técnica de los artefactos que se piensa instalar y así obtener con mayor seguridad el consumo y presiones de trabajo de estos. También en lo posible debe evitarse hacer todo tipo de ajustes o transformaciones en los artefactos sin supervisión de personal calificado.
- Para todo trabajo de instalación de gas domiciliaria es fundamental el realizar la verificación de la prueba de hermeticidad, para poder comprobar que no existen perdidas en la cañería, y poder utilizar la instalación con mucha seguridad.

BIBLIOGRAFIA

1. **Y.P.F.B. (1991).** “Sistema de Distribución – Bases de Diseño”
Gerencia Comercial – División Distribución
Gas Natural, Sucre, Bolivia.

2. **LLOBERA R.R.** “Tratado General de Gas” , 3^{ra} Edición Editores
CESARINI Hnos., Bs. As. Argentina.

3. **GAS DEL ESTADO (1986).** “Proyectos de Redes, Plantas Reguladoras y
Ramales de Alimentación de Gas” GDT/E y
P/Redes y Gasoductos Bs. As. Argentina.

4. **NÉSTOR P. QUADRI.** “Instalaciones de Gas” 6^{ta} Edición Actualizada
(2006) Editorial ALSINA, Bs. As. Argentina.

5. **INFOCAL – TARIJA.** Manual de Técnico de Proyectos II en
(2004) Instalaciones Domiciliarias de Gas.

6. **INFOCAL – TARIJA.** Manual de Técnico de Proyectos I
(2012) Instalaciones Colectivas y Comerciales
de Gas Natural.

7. **INFOCAL – TARIJA.** Manual Instalador II de Gas Nat. Domiciliario.
(2012)
8. **CYPECAD INGENIEROS S.A.** Infraestructuras Urbanas para Gas.
(2010) manual del usuario.
9. **AGENCIA NACIONAL DE** Reglamento de Diseño, Construcción,
HIDROCARBUROS (A.N.H.) Operación e Instalación de Redes de
Gas Natural en Bolivia Anexos 1, 2, 3, 4, 5, 6.
D.S. N° 28291.