

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROCESO CONSTRUCTIVO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE
GAS NATURAL, RESIDENCIAL Y COMERCIAL EN LIMA Y
CALLAO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JORGE NANDER MEDINA YUPANQUI

Lima- Perú

2015

RESUMEN

Las redes de gas natural están presentes en diferentes distritos de Lima y Callao, y son de tres tipos diferenciados por la presión que soportan; red de alta presión (red principal que cruza Lima), la red de media presión (abastece generadoras eléctricas, industrias y grifos de GNV), y la red de baja presión (abastece viviendas y comercios).

La red de alta presión que cruza todo Lima es para el consumo actual, garantiza la conducción para el abastecimiento de gas a Lima y Callao.

Las redes de media presión abastecen a las generadoras eléctricas y las principales zonas industriales de Lima y Callao.

Las redes de baja presión son las que están en proceso de extensión debido a la intención de masificar el servicio de gas domiciliario en los diferentes distritos de la capital.

La instalación de las redes de baja presión en Lima y Callao depende de muchos factores de acuerdo al distrito, al tipo de vía, al tipo de suelo, etc.

Los procesos constructivos para la instalación de la red de gas domiciliario y comercial son similares en los diferentes distritos de Lima y Callao, que en resumen y respetando las especificaciones técnicas, consisten en tender tubería de polietileno en una zanja previamente excavada, rellena y compactada.

En cada etapa de la instalación de redes de gas de baja presión se suelen presentar diferentes dificultades que pueden perjudicar la instalación de la red.

Este informe trata de analizar estas dificultades no deseadas que se presentan en las etapas de definición del recorrido de la red, durante la ejecución y durante el servicio; este último depende mucho de las dos primeras etapas.

INDICE

RESUMEN	2
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE ABREVIATURAS	7
LISTA DE FOTOS	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I: DEFINICIONES BÁSICAS	12
CAPÍTULO II: SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA	15
2.1. ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL GAS NATURAL.....	15
2.1.1 Prospección.....	15
2.1.2 Extracción.....	16
2.2 ETAPA DE TRANSPORTE DEL GAS NATURAL	18
2.3 ETAPA DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL.....	20
2.3.1 Recorrido de la red principal	20
2.3.2 Recorrido de la red de media presión.....	21
2.3.3 Recorrido de la red de baja presión	22
2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN GAS.....	23
2.5 DISTRIBUCIÓN DE ACUERDO AL CONSUMO	26
CAPÍTULO III: PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS REDES DE DISTRIBUCION ..	28
3.1 GENERALIDADES.....	28
3.1.1 Referencias.....	28
3.1.2 Permisos de trabajo	28
3.1.3 Plazo de ejecución.....	28
3.1.4 Planos asbuilt.....	29
3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	30
3.2.1 Parámetros de diseño	30
3.2.2 Especificaciones técnicas de materiales, herramientas y equipos.....	31
3.2.3 Técnicas de unión.....	36
3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	45
3.3.1 Difusión.....	46
3.3.2 Sondeo, trazo y replanteo.....	46

3.3.3	Corte rotura y excavación.....	47
3.3.4	Instalación de la tubería de polietileno.....	48
3.3.5	Prueba de continuidad.....	50
3.3.6	Medición de distancias a interferencias	50
3.3.7	Relleno y compactación.....	51
3.3.8	Instalación de cinta de advertencia	53
3.3.9	Reposición de la superficie del terreno.....	53
3.3.10	Prueba de hermeticidad	54
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE PROBLEMAS ENCONTRADOS.....		56
4.1	DETERIORO Y/O DAÑO DE LA TUBERÍA DE POLIETILENO.....	56
4.2	ZANJAS INESTABLES POR COLAPSO DE COLECTORES.....	57
4.3	CONSTRUCCIÓN DE REDES EN VÍAS NO PÚBLICAS	58
4.4	CRUCE DE INTERFERENCIAS CON SEPARACIÓN MENOR A LA NORMA.....	58
4.5	RASANTE DE VÍAS NO DEFINIDAS	58
4.6	FALTA DE INFORMACIÓN DE REMODELACIONES Y/O CONSTRUCCIONES FUTURAS SOBRE LAS VÍAS	59
4.7	ACCESOS REDUCIDOS EN PASAJES	59
4.8	INSTALACIÓN DE PROTECCIONES MECÁNICAS INADECUADAS.....	60
4.9	AFECTACIONES A OTROS SERVICIO DURANTE LA EXCAVACIÓN.....	62
4.10	TENDIDO DE REDES EN LA VIA PÚBLICA CON ALTO TRANSITO.....	62
4.11	REPETIR LAS PRUEBAS HERMETICIDAD.....	62
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		65
5.1	CONCLUSIONES.....	65
5.2	RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....		67

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Categoría del cliente según su consumo.....	26
Cuadro 2.	Presión de Diseño y Operación.....	30
Cuadro 3.	Tolerancias del diámetro exterior, de ovalidad y de espesor.....	31
Cuadro 4.	Tipos de Fusión según su Aplicación y diámetro.....	32
Cuadro 5.	Técnicas de unión para tuberías de polietileno.....	36
Cuadro 6.	Parámetros de Presión y Tiempo en fusión de silletas.....	43
Cuadro 7.	Separaciones mínimas a otros servicios.....	50
Cuadro 8:	Resumen de problemas encontrados.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Esquema de los Actores del Proyecto Camisea.....	15
Figura 02. Red de Transporte de Gas Natural.....	19
Figura 03. Red de Distribución de Gas Natural y sus ramificaciones.....	22
Figura 04. Red Ramificada.....	24
Figura 05. Red Mallada.....	25
Figura 06. Participación del Mercado según su consumo.....	27
Figura 07. Cronograma de la instalación de Red de Distribución de gas natural.....	29
Figura 08. Plano de redes de distribución por Mallas.....	30
Figura 09. Grafico SDR – Relación Dimensional Standard.....	32
Figura 10. Accesorios de PE usados en la red de gas.....	33
Figura 11. Equipamiento mínimo para Termofusión.....	35
Figura 12. Esquema del proceso constructivo de redes de distribución.....	45
Figura 13. Esquema de instalación de Poliválvula.....	49
Figura 14. Sección típica de zanja.....	52
Figura 15. Esquema de protección mecánica de la tubería de polietileno.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS

SDR: Relación dimensional estándar, relación entre diámetro exterior nominal y espesor de pared mínimo.

DGH-MEM: Dirección General de Hidrocarburos, Ministerio de Energía y Minas.

AWG N° 14: calibre de alambre estadounidense (en inglés American Wire Gauge o AWG)

LISTA DE FOTOS

Foto 01. Plataforma de Perforación 1X – PETROBRAS.....	16
Foto 02. Planta de Separación en Malvinas.....	17
Foto 03. Planta de Separación en Malvinas.....	18
Foto 04. Trabajos de instalación de ductos.....	20
Foto.05. Obras de construcción en la ciudad de Lima.....	21
Foto 06. Máquina electrosoldable.....	34
Foto 07. Uso de cortatubo.....	38
Foto 08. Raspado de extremo de tubería.....	38
Foto 09. Limpieza y protección de la superficie.....	39
Foto 10. Limpieza interna (superficie a soldar) del accesorio.....	39
Foto 11. Preparación para la soldadura de unión.....	40
Foto.12. Proceso de soldadura de la unión.....	41
Foto 13. Marcado del accesorio con datos de la fusión.....	41
Foto.14. Montura de derivación de red. Fuente: Fuente.....	42
Foto.15. Termofusión de silleta para derivación.....	43
Foto 16. Perforación con sacabocado.....	44
Foto 17. Termofusion a socket entre silleta y tubería de 20mm.....	44
Foto 18. Sondeos, trazo y replanteo.....	46
Foto.19. Corte y rotura de pavimento.....	47
Foto 20. Excavación manual de zanja.....	48
Foto 21. Instalación de tubería de polietileno previamente soldada fuera de zanja.....	49
Foto 22. Tubería de polietileno cumpliendo la separación mínima a interferencias.....	51
Foto 23. Colocación de cinta de advertencia.....	53
Foto 24. Reposición de concreto.....	54
Foto 25. Cabezal de prueba, termocupla, manógrafo y manómetro.....	55
Foto 26. Traslado y habilitado de tuberías.....	56
Foto 27. Habilitado y traslado de tuberías.....	57
Foto 28. Sobre excavación debido a colectores colapsados.....	57
Foto 29. Línea de conexión que cruza interferencia eléctrica.....	58
Foto 30. Vía sin pavimento donde se profundiza la red de gas.....	59
Foto 31. Pasaje con espacio limitado para la red de gas.....	60
Foto 32. Protección mecánica, con tubo de pvc y embebido en concreto.....	61
Foto.33. Trabajos en la vía pública.....	63

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Suficiencia corresponde a los procesos constructivos que se emplean en la instalación de redes de gas natural para clientes residenciales y comerciales de Lima y Callao.

El gas natural está presente en la ciudad de Lima desde el 2004 gracias al Proyecto Camisea, y desde entonces ha generado grandes beneficios a las industrias, comercios y viviendas que han visto grandes ahorros en sus costos de uso de energía.

Tenemos conviviendo con el gas natural ya 11 años, y directa o indirectamente hemos sido beneficiados, con la energía eléctrica obtenido de las generadoras eléctricas, o un producto que ha sido generado en una fábrica que tiene como combustible al gas natural, o con la instalación domiciliaria del gas natural.

El gas natural se está fortaleciendo como fuente de energía imprescindible para el desarrollo económico y el bienestar de las personas, ya que es limpio, seguro y económico.

El presente tema se desarrollará en 4 capítulos, donde se da a conocer las bondades de su utilización, que a continuación se mencionan.

En el capítulo 1, se hace mención a definiciones básicas, en vista de ser el gas natural una fuente de energía relativamente nueva en el Perú, no todas las personas están relacionados con estos nuevos conceptos.

En el capítulo 2, se da a conocer el sistema de distribución del gas natural, que tiene tres actores principales como su producción, transporte y finalmente distribución, los cuales conforman el Proyecto Camisea.

La producción está a cargo de Pluspetrol, quien se encarga de la explotación, y el tratamiento del gas natural, esta fuente de energía está en la selva del Cuzco en el distrito de Echarate.

El transporte del gas natural está a cargo del operador Transportadora de Gas del Perú (TGP), quienes son los encargados de transportar a través de ductos de acero el gas entregado por Pluspetrol, desde Camisea hasta la entrada a Lima "City Gate"

TGP es el encargado de trasladar el gas natural a través de 2 ductos, uno de los ductos transporta el gas en estado gaseoso hasta Lima pasando por Pisco y, el segundo ducto transporta el gas en estado líquido hasta la planta de fraccionamiento en Pisco.

CALIDDA es la operadora del Sistema de distribución del Gas Natural por red de ductos en Lima y Callao. La red de distribución nace en el City Gate en Lurín y termina en el Terminal Station en Ventanilla.

El sistema de distribución de gas natural en Lima y Callao está compuesto por tres tipos de redes, red Principal de alta presión que atraviesa Lima, red de distribución de media presión (para generadoras eléctricas, industrias y grifos de GNV), y de baja presión que es para residencias y comercios.

El capítulo 3 abarca los procesos constructivos de instalación de la red de gas natural para residencias y comercios, y poder masificarlo de tal forma que sea un servicio básico más. El proceso constructivo de las redes de distribución tomaran en cuenta las diferentes características de los distritos, tipo de suelos, condiciones de vías, interferencias de otros servicios, etc.

Las redes de gas natural serán enterradas en calzadas, bermas o veredas de las cuales salen las líneas de conexión hacia las respectivas residencias o comercios.

La instalación de estas redes se ejecutan en un tiempo corto por las características de ancho y profundidad de la zanja y principalmente porque el ducto de polietileno es fácilmente de empalmar y manipular, minimizando así los impactos del ambiente.

En el capítulo 4, se describe los problemas más frecuentes que se tienen durante la ejecución, debido a que el gas natural es una fuente de energía relativamente reciente en el país, su uso y aplicación, así como los procesos constructivos, se encuentran con constantes innovaciones, por lo cual es necesario recopilar las experiencias encontradas para utilizarlas como referencia de mejoras en el futuro.

Como se da a conocer, en las instalaciones de las redes de distribución se presentan una serie de inconvenientes que generan retrasos en la ejecución, creando mayores costos o impactando de manera negativa en el entorno de su ejecución, este informe recopila estos principales inconvenientes y/o problemas.

CAPÍTULO I: DEFINICIONES BÁSICAS

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos, en estado gaseoso o líquido, compuesta principalmente por metano. Se trata de un gas combustible que proviene de formaciones geológicas, por lo que constituye una fuente de energía no renovable.

A continuación se establecen algunas definiciones que serán utilizadas en este informe, que se son usados por el Concesionario y todos los involucrados en el Proyecto Camisea.

Acometida: Instalación que permite el suministro de gas natural al cliente desde las redes de distribución. La acometida tiene como componentes la tubería de conexión, y el gabinete de regulación y medición.

Bar: Unidad de medida de presión, perteneciente al sistema métrico de unidades. Se refiere siempre a la presión manométrica.

City Gate: Punto de conexión entre la red de transporte y la red de distribución.

Cluster: Ramificación de red de gas que parte de una Estación de Regulación de Presión (ERP), que es alimentada por la Red Principal de Gas Natural.

Concesionario: Encargado del transporte del gas o de la distribución.

Conexión: Para los fines de la Ley, la Conexión comprende las instalaciones desde la Red de Alta Presión hasta el Punto de Entrega de los Consumidores Iniciales.

Electrofundición: Es un método que se usa para unir tubos y sus conexiones, donde se aplica calor a un cople o conexión mediante una resistencia eléctrica. El cople o conexión cuenta con dos terminales (bornes) en donde se conecta el voltaje, el cual provoca que la resistencia interna funda el material y se fusione con la tubería.

Estaciones de regulación de presión (“ERP”): Estaciones que están alimentadas desde la Red Principal, cuya función es la de filtrar y reducir la presión para derivar a una red secundaria denominada cluster o derivar a una red de baja presión para clientes comerciales y residenciales.

Estaciones de regulación y medición para clientes industriales (“ERM”):

Estaciones que podrán estar alimentadas tanto desde la red principal, la red de media presión o la red de baja presión, y cuya función es la de filtrar, reducir la presión, y medir el volumen de gas natural a ser entregado. Su configuración dependerá del tipo de servicio y los requerimientos del cliente.

Gabinetes de regulación y medición para clientes residenciales y comerciales:

Gabinetes instalados en el frontis del predio, son la transición entre la tubería de conexión y la red Interna de gas, estos gabinetes albergan el regulador de presión y el medidor de volumen de gas consumido por el cliente final, sea residencial o comercial.

Gas Natural: Mezcla de Hidrocarburos, en estado gaseoso o líquido, constituida predominantemente por metano.

Generador Eléctrico: Consumidor que destina el Gas Natural para la generación de electricidad.

GNC (GNV): El gas natural comprimido, más conocido por las siglas GNC, es un combustible para uso vehicular que, por ser económico y ambientalmente limpio, es considerado una alternativa sustentable para la sustitución de combustibles líquidos.

GNL: El gas natural licuado (GNL) es gas natural que ha sido procesado para ser transportado en forma líquida. Es la mejor alternativa para rentabilizar reservas en sitios apartados, donde no es económico llevar el gas al mercado directamente ya sea por gasoducto o por generación de electricidad.

MAPO: Máxima admisible presión de operación.

Red de baja presión: Son las redes constituidas por tuberías de polietileno (PE) de diversos diámetros cuyas MAPO serán de 5 bar, así como tuberías de acero de diversos diámetros cuyas MAPO serán de 10 bar.

Red de media presión: Son las redes constituidas por tuberías de acero de diversos diámetros, con una MAPO de 19 bar.

Red Principal de Distribución (la “Red Principal”): Es la red de acero y tiene un MAPO de 50 bar.

Termofusión: Es un método que se usa para soldar y unir tubos de polietileno y sus conexiones. Las áreas de las partes que se van a unir se calientan con una plancha a la temperatura de fusión y se unen por aplicación de presión, con acción mecánica, de acuerdo al tamaño de la tubería. La termofusión viene a ser la más económica de los sistemas de uniones.

Tubería de Conexión: Tubería que deriva gas natural de la red hacia el gabinete de regulación y medición, esta tubería de polietileno se caracteriza por ser de diámetros menores, generalmente de 32mm o 20mm.

CAPÍTULO II: SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL EN LIMA

La industria de gas natural de Camisea se compone de tres etapas e involucra tres actores principales como: la etapa de Producción, la etapa de Transporte y la etapa de Distribución.

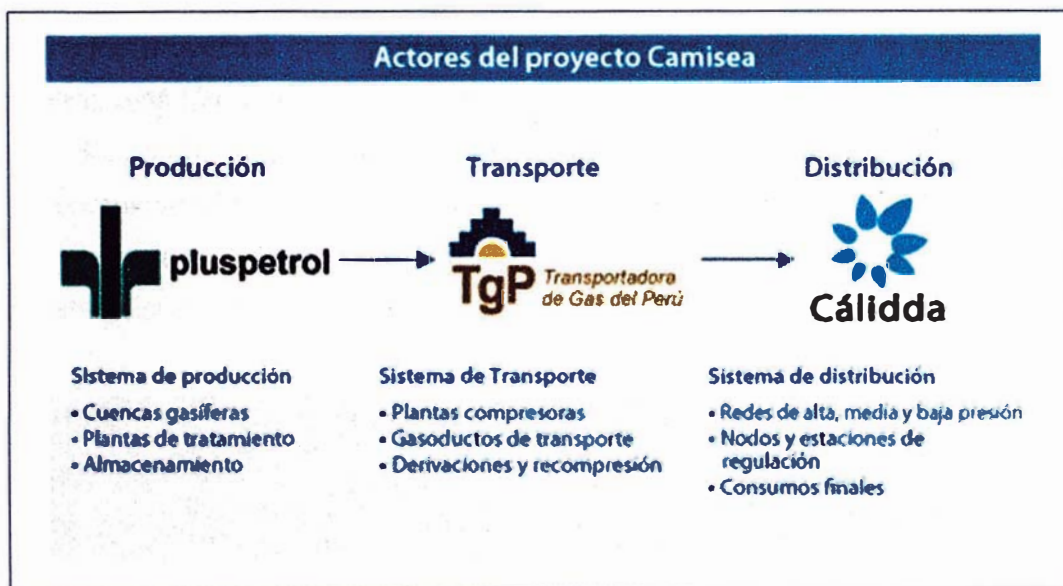


Figura 1. Esquema de los Actores del Proyecto Camisea.

Fuente: Página virtual de OSINERGMIN

Cada una de las etapas mencionadas será comentada brevemente y se hará hincapié y especial énfasis a la etapa de distribución.

2.1 ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL GAS NATURAL

2.1.1 PROSPECCIÓN

La búsqueda de gas natural requiere tener conocimientos de geografía, geología y geofísica. El gas suele encontrarse en ciertos tipos de estructuras geológicas, como anticlinales y trampas por falla, que se hallan bajo algunos terrenos y en muy distintos climas. Tras seleccionar una zona de interés, se llevan a cabo numerosos tipos de prospecciones geofísicas y se realizan mediciones a fin de obtener una evaluación precisa de las formaciones del subsuelo.

Cuando se detecta la presencia de una bolsa de gas natural, se tiene que evaluar la profundidad a la que se encuentra, su volumen aproximado, las características de los estratos situados encima, etc. Mediante una tubería instalada en una estructura metálica en forma de torre se accede a la bolsa, se determina también su composición química y la presión del gas y, si definitivamente se considera que el yacimiento será rentable, el pozo se pone en explotación.

Entre los proyectos que se tienen en el Perú con respecto a la exploración de gas natural, está la que realizó la empresa Brasileña PETROBRAS, que tenía asignado el Lote 58, con 06 plataformas de exploración. La primera Plataforma de exploración fue el denominado Plataforma 1X que en 2009 inicio la perforación para evaluar la calidad del gas natural en esta zona, en la Foto N°1 se puede apreciar la etapa final de la construcción de esta plataforma.



Foto1. Plataforma de Perforación 1X - PETROBRAS.

Fuente: el Autor

2.1.2 EXTRACCIÓN.

El gas se extrae de pozos que alcanzan hasta 6,4 km o más de profundidad. El gas natural contiene entre 90 y 99 % de hidrocarburos, principalmente metano, junto con cantidades menores de etano, propano y butano.

El consorcio de empresas lideradas por Pluspetrol, es la operadora de la explotación del Lote-88 en Camisea, que incluye.

- Relevamiento Sísmico 3D (Actividad concluida)
- Perforación de pozos exploratorios y de explotación
- Construcción de Ductos de Recolección y Reinyección de Gas
- Planta de Separación de gas/líquidos (Criogénica) en Malvinas, ver Foto 2.



Foto 2. Planta de Separación en Malvinas.

Fuente: página virtual de OSINERGMIN

En febrero del 2000, mediante una licitación pública internacional, el gobierno peruano adjudicó la licencia para la explotación de los hidrocarburos de Camisea al consorcio liderado por Pluspetrol Perú Corporation,

El Proyecto de explotación consiste en una licencia por 40 años para la extracción de gas natural e hidrocarburos líquidos.

El gas extraído de los pozos de explotación es conducido a través de ductos hasta la Planta de Separación de Malvinas, y luego transportado a la costa igualmente a través de ductos de acero.

Para llegar al campamento Malvinas se puede acceder solo por vía pluvial o aérea, ver Foto 3.



Foto 3. Planta de Separación en Malvinas.

Fuente: Internet

2.2 ETAPA DE TRANSPORTE DEL GAS NATURAL

Transportadora del Gas del Perú S.A. (TGP), es la operadora de los sistemas de transporte de gas y transporte de líquidos, desde Camisea hacia la costa peruana.

TGP construyó un ducto para trasladar el gas natural desde los yacimientos de Camisea hasta Lima, el ducto recorre 730 kilómetros. El recorrido del mismo se inicia en Camisea en el distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento de Cuzco y cruza los departamentos de Ayacucho, Huancavelica, Ica (Pisco) y Lima, hasta llegar al City Gate en el distrito de Lurín, al sur de Lima, que viene a ser el lugar donde se realiza la reducción de presión medición y odorización, antes de su distribución a los centros de consumo, el recorrido de los ductos se muestra en la Figura 2.

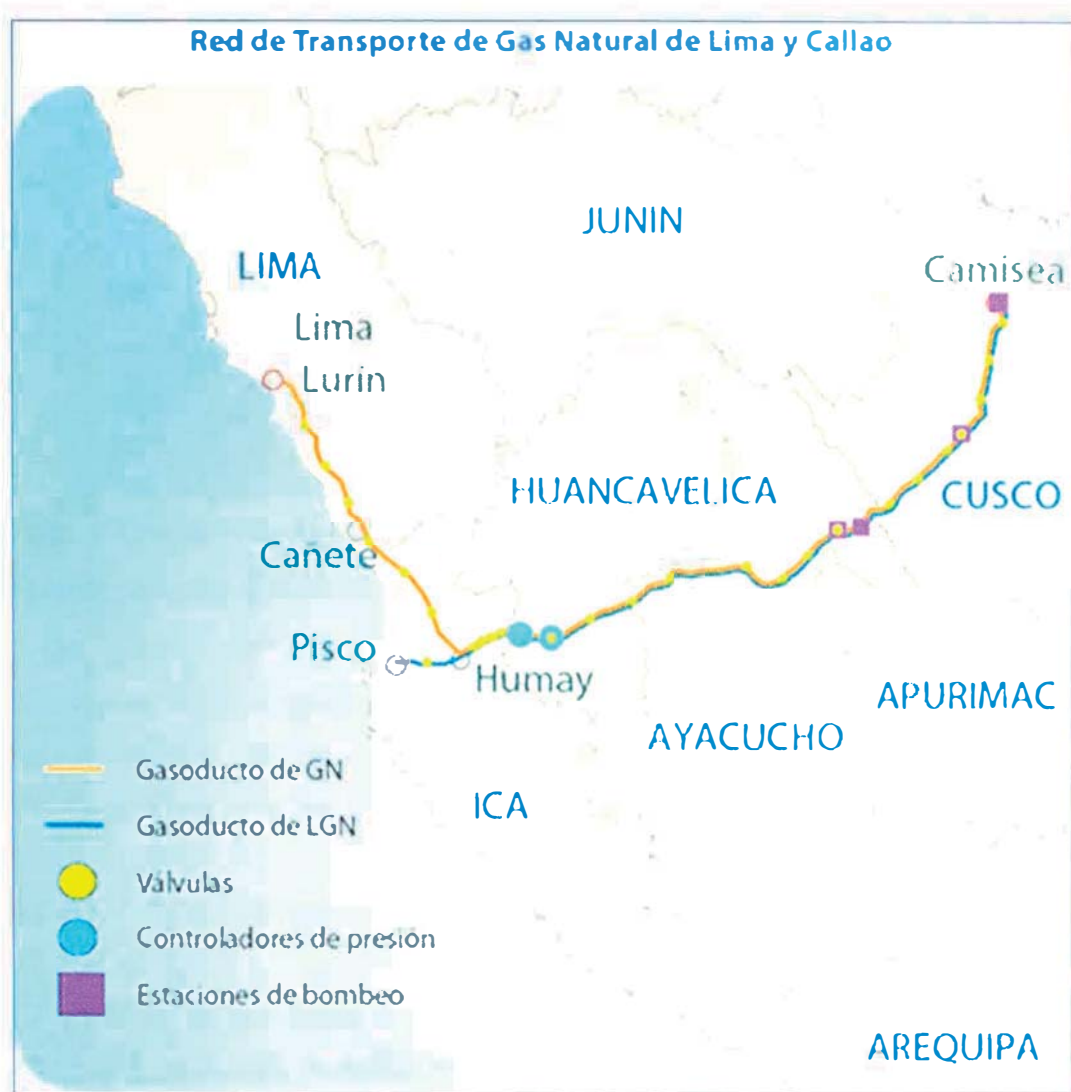


Figura 2. Red de Transporte de Gas Natural.

Fuente: página virtual de OSINERGMIN

La instalación de ductos se ejecutó en las condiciones particulares de cada región, desde la selva hasta la costa pasando por la cordillera de los andes, la Foto 4 muestra los trabajos realizados en la selva.



Foto 4. Trabajos de instalación de ductos.

Fuente: página virtual de OSINERGMIN

En paralelo al ducto que transporta el gas seco, se instaló otro ducto que transporta los líquidos de gas natural, que recorre 540 kilómetros desde Camisea hasta llegar a la Planta de Fraccionamiento ubicada en Pisco, este gas es exportado,.

2.3 ETAPA DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL

CALIDDA es la operadora del Sistema de Distribución del Gas Natural por red de ductos en Lima y Callao. Su Sistema de Distribución consta de 3 tipos de redes:

- Red Principal de alta presión
- Red de Media presión, y
- Red de Baja presión.

2.3.1 RECORRIDO DE LA RED PRINCIPAL

La construcción de esta red principal se realizó en las principales vías de Lima, por la magnitud de la obra y por ser la ruta que mejor se acerca a las zonas industriales, ver Foto 5.



Foto.5. Obras de construcción en la ciudad de Lima.

Fuente: página virtual de OSINERGMIN

La red principal es tubería de acero con 62 km. de longitud y 20 pulgadas de diámetro, la cual une Lurín con Ventanilla atravesando 14 distritos; tiene cámara de válvulas ubicadas cada siete kilómetros aproximadamente, con fines operativos y para facilitar el mantenimiento.

2.3.2. RECORRIDO DE LA RED DE MEDIA PRESIÓN

Desde la red principal se deriva los ramales de redes de media presión llamadas Cluster que es para clientes industriales, para lograr esto es necesaria una ERP, que regula la presión y controla el flujo hacia estas redes. Desde la ERP pueden nacer varios ramales que están comprendidos por tuberías de acero y/o tuberías de polietileno las cuales hasta la fecha se vienen instalando de acuerdo al Plan de Expansión presentado por la empresa Concesionaria (Cálidda).

Las redes de media presión están instaladas en las zonas industriales de Lima, tal como muestra la Figura 3.

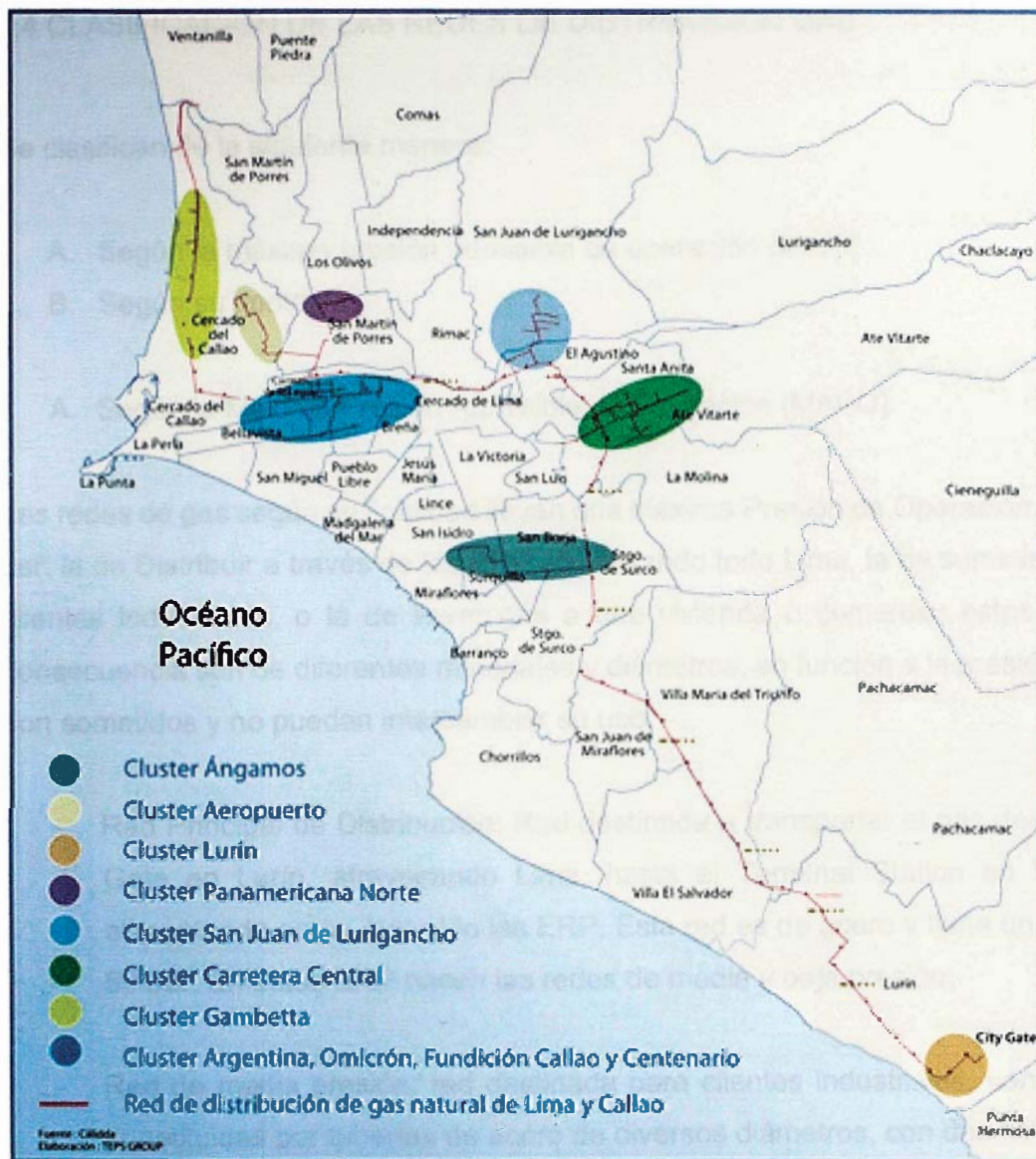


Figura 3. Red de Distribución de Gas Natural y sus ramificaciones.

Fuente: página virtual de Calidda.

2.3.3 RECORRIDO DE LA RED DE BAJA PRESIÓN.

Las redes de baja presión para clientes comerciales y domiciliarios se derivan de la red principal a través de una ERP, Estas redes son de tubería de polietileno de diferentes diámetros y están distribuidos por Zonas, y estas a su vez distribuidos en Mallas.

Cada Malla está aislada una de otra por medio de al menos por 2 válvulas.

Para identificar a un cliente, un tramo de tubería, un accesorio, o una junta de soldadura, necesitaremos la información de la Malla a la que pertenece, la zona y el distrito.

2.4 CLASIFICACIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN GAS

Se clasifican de la siguiente manera:

- A. Según la máxima presión admisible de operación (MAPO).
 - B. Según su tipología.
-
- A. Según la Máxima Presión Admisible de Operación (MAPO)

Las redes de gas según su finalidad llevan una Máxima Presión de Operación, y pueden ser: la de Distribuir a través de las ERP atravesando todo Lima, la de suministrar gas a clientes industriales, o la de llevar gas a una vivienda o comercio; estas redes en consecuencia son de diferentes materiales y diámetros, en función a la presión a la que son sometidos y no pueden intercambiar su uso.

- Red Principal de Distribución: Red destinada a transportar el gas desde el City Gate en Lurín, atravesando Lima, hasta el Terminal Station en Ventanilla, alimentando en su recorrido las ERP, Esta red es de acero y tiene un MAPO de 50 bar. En estas ERP nacen las redes de media y baja presión.
- Red de media presión: red destinada para clientes industriales, son las redes constituidas por tuberías de acero de diversos diámetros, con una MAPO de 19 bar.
- Red de baja presión: red destinada para clientes comerciales y domiciliarios, son las redes constituidas por tuberías de polietileno (PE) de diversos diámetros cuyas MAPO serán de 5 bar, así como tuberías de acero de diversos diámetros cuyas MAPO serán de 10 bar.

B. Según su Tipología

Las redes de gas según su recorrido tienen diferentes formas, que están en función de acercar el gas al cliente final.

- Redes ramificadas, llamadas también “abiertas”, donde el gas llega al cliente recorriendo un único camino, ver Figura 4.

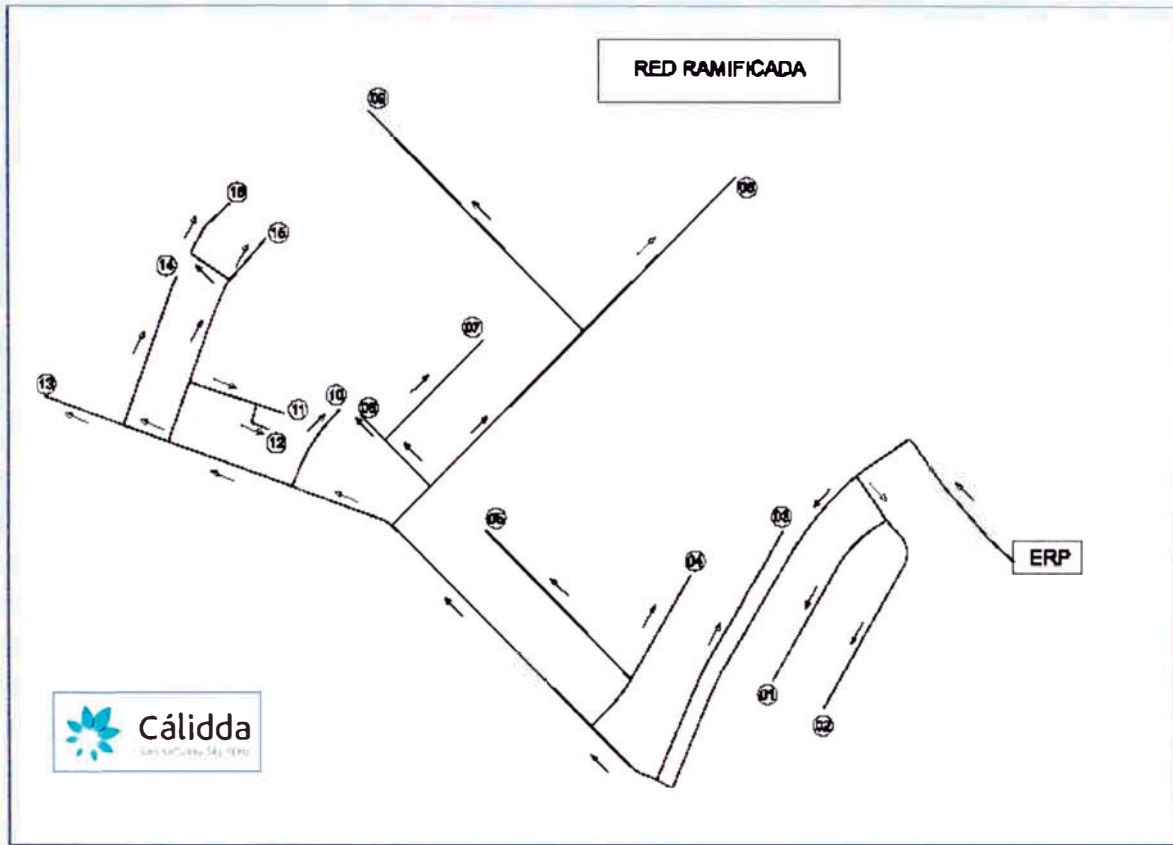


Figura 4. Red Ramificada.

Fuente: Manual de construcción de CALIDDA.

- Redes malladas, llamadas también “cerradas”, donde el gas llega al cliente por más de un camino simultáneamente. En muchos casos, las redes pueden presentar partes malladas y partes ramificadas, ver Figura 5.

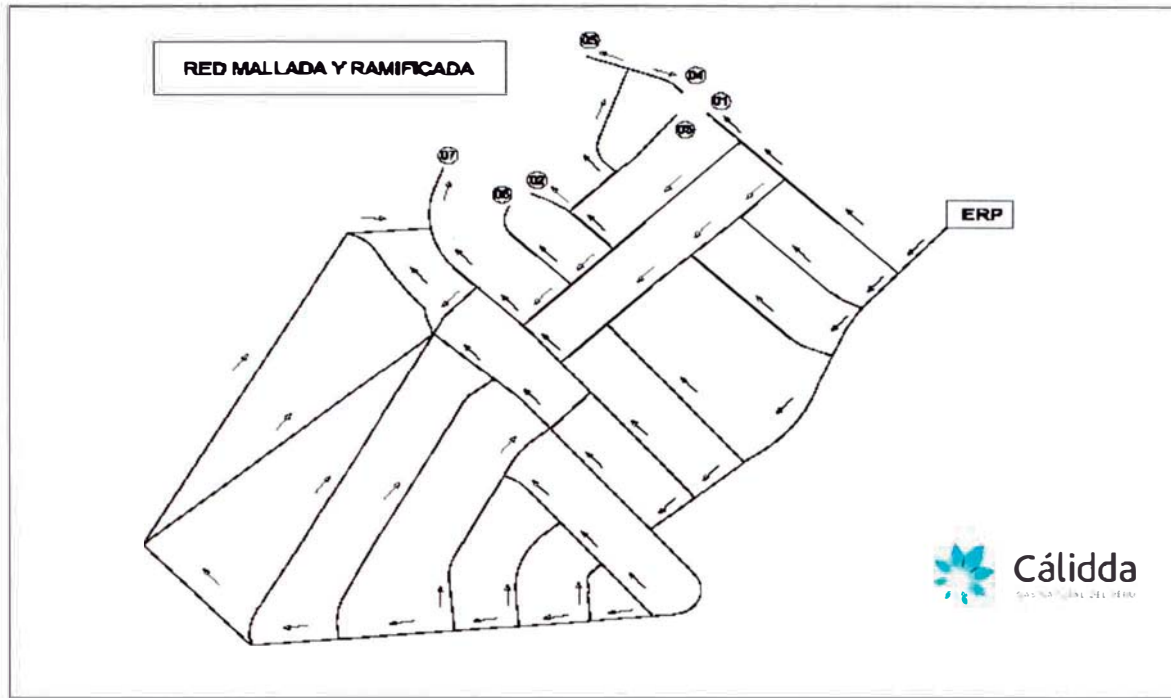


Figura 5. Red Mallada.

Fuente: Manual de construcción de CALIDDA.

La red de distribución óptima, es aquella donde estén bien evaluados los aspectos técnicos, económicos y de operación, todos en conjunto.

2.5 DISTRIBUCIÓN DE ACUERDO AL CONSUMO.

De acuerdo al consumo en m³/mes se categoriza al cliente tal como muestra el Cuadro 1.

Cuadro 1. Categoría del cliente según su consumo.

Categoría de consumidor	Rango de consumo en m³/mes
A	Hasta 300
B	De 301 hasta 17 500
C	De 17 501 hasta 300 000
D	De 300 001 hasta 900 000
GNV	Para estaciones de servicio y/o gasocentros de gas natural vehicular, independientemente de la magnitud de consumo mensual.
E	Consumidor Independiente con un consumo mayor a 900 000, del tipo consumidor no inicial
F	Para generadores eléctricos independientemente de la magnitud de consumo mensual.

Fuente: página virtual de OSINERGMIN

La participación del mercado según el tipo de consumo tiene marcada diferencia donde el consumo domiciliario y comercial representa un porcentaje del 3% del consumo total, ver Figura 6.

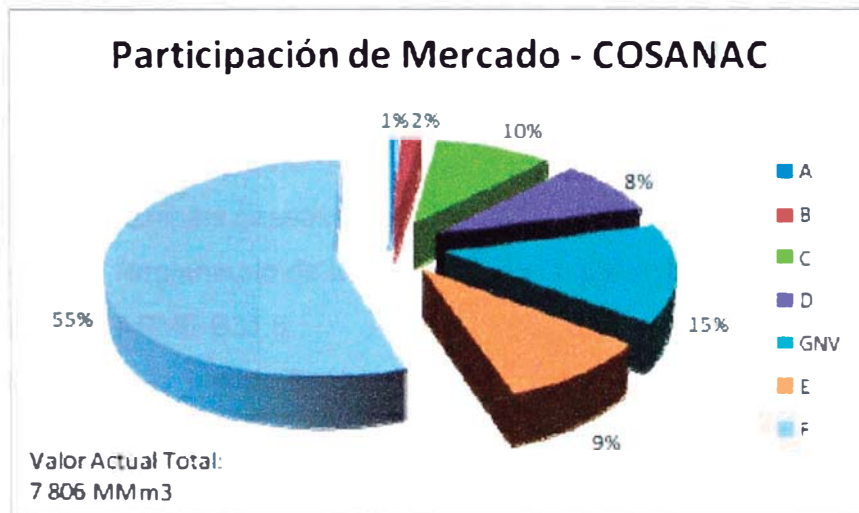


Figura 6. Participación del Mercado según su consumo.

Fuente: página virtual de OSINERGMIN

CAPÍTULO III: PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 REFERENCIAS

- Norma Técnica Peruana NTP 111.021:2006 (GAS NATURAL SECO).
- NTP-ISO 4437:2004 Tuberías enterradas de polietileno (PE) para el suministro de combustibles gaseosos.
- Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos.
- ASME B31.8
- Reglamento Nacional de Edificaciones

3.1.2 PERMISOS DE TRABAJO

Las obras no se deben iniciar hasta contar con la autorización respectiva de licencia de construcción y de interferencia de vía. Se contará con copia de la resolución de autorización en cada frente de trabajo.

Se debe identificar la jurisdicción de la zona de trabajo si pertenece al municipio distrital, provincial, o a alguna otra entidad que la regule.

También se debe contar con los planos de interferencia de los otros servicios: de agua, alcantarillado, línea eléctrica, línea de telefonía, data y otros.

3.1.3 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los plazos de ejecución serán de acuerdo al cronograma de obra y se debe evitar prolongar innecesariamente y de esta manera minimizar el perjuicio a los vecinos y al tránsito vehicular.

El cronograma de trabajo tiene partidas definidas y secuenciales, formando un tren de actividades, ver Figura 7.



Figura 7. Cronograma de la instalación de Red de Distribución de gas natural.
Fuente: el Autor.

3.1.4 PLANOS ASBUILT

La red Instalada será reflejada en los planos conforme a obra que estarán en coordenadas UTM y serán referenciadas a estructuras existentes como son los límites de propiedad, también reflejará las interferencias que cruzan, las poliválvulas, líneas de conexión, protecciones mecánicas, tramos con profundidades mayores a las normales (cruces especiales). Estos planos deben corresponder a una Malla que a su vez corresponde a una Zona, y finalmente al distrito, ver Figura 8.



Figura 8. Plano de redes de distribución por Mallas.

Fuente: Calidda, del proyecto de instalación de redes en el distrito de Magdalena.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.

La presión de diseño y operación para los sistemas de distribución se visualizan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Presión de Diseño y Operación.

Designación	Presión de Diseño	MAPO	Presión Mínima de operación
Red de baja presión – polietileno	5 bar	5 bar	0,5.....1 bar

Fuente: Manual de Construcción de Calidda

Se debe verificar que:

Los valores de velocidad del gas ($V_{max} = 20$ m/s) estén dentro de los rangos permitidos por las buenas prácticas y llegar a los puntos de suministro de gas con las presiones mínimas requeridas.

3.2.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Las tuberías y accesorios de PE serán fabricados de acuerdo a la norma EN 1555 y normas relacionadas ISO 4437 (Tuberías) / ISO 8085 (accesorios), así como de acuerdo a las especificaciones técnicas de GNLC.

Para las tuberías se utilizarán resinas tipo PE 80 de clasificación MRS 8.00 MPa.

Los accesorios serán compatibles con las tuberías siendo el factor SDR (relación de dimensión estándar), la variable que permitirá esta relación.

A) Diámetro de las tuberías

Las redes de distribución de Gas Natural Residencial y Comercial son con tubería de polietileno en diámetros estándar, cuyo diámetro nominal coincide con el diámetro exterior. Actualmente se están instalando tubería con diámetros nominales (DN) de: 20, 32, 63, 90, 110, 160 y 200mm. Estos diámetros deben estar dentro de las tolerancias del diámetro exterior, de ovalidad y de espesor, ver Cuadro 3.

Cuadro 3. Tolerancias del diámetro exterior, de ovalidad y de espesor.

Diámetro Nominal (mm)	SDR	Tolerancia D. Exterior		Tolerancia Ovalidad		Espesor Mínimo (mm)	Tolerancia Espesor (mm)
		Min (mm)	Max (mm)	Tubería recta (mm)	Rollos (mm)		
20	11	20.0	20.3	1.2	1.2	3	0.4
32	11	32.0	32.3	1.3	1.6	3	0.4
63	11	63.0	63.4	1.5	3.2	5.8	0.7
90	17	90.0	90.6	1.8	4.5	5.3	0.7
110	17	110.0	110.7	2.2		6.5	0.8
160	17	160.0	161.0	3.2		9.4	1.1
200	17	200.0	201.2	4.0		11.8	1.3

Fuente: manual de construcción de Calidda.

Para mantener constante la resistencia a la presión, independiente del diámetro de la tubería se debe mantener constante la relación entre el diámetro exterior (D) y el espesor (e) de la pared. Esta relación se denomina "Relación Dimensional Standard" SDR, indicado en la norma EN 1555. Gráficamente se puede visualizar como saber el SDR de una tubería, ver Figura 9.

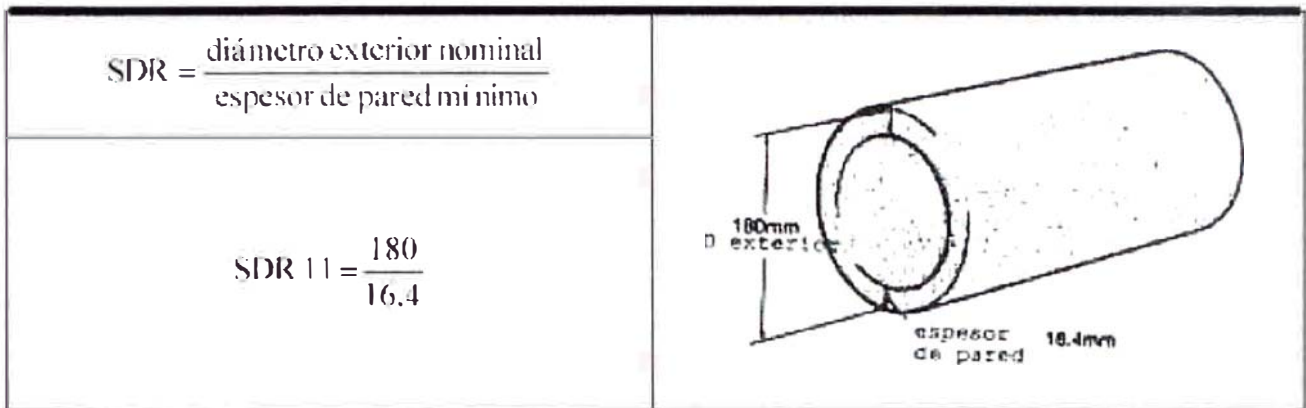


Figura 9. Grafico SDR – Relación Dimensional Standard.

Fuente: Manual de Construcción de Calidda.

B) Tipos, características y aplicaciones de accesorios

Los accesorios usados en las redes y líneas de conexión nos permiten unir y derivar tuberías, estos accesorios son de acuerdo al tipo de fusión.

Los tipos de accesorios usados en las redes de PE según el tipo de fusión y diámetro están en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Tipos de Fusión según su aplicación y diámetro.

Tipo de Fusión	Aplicación	Diámetro (mm)
Electrofusión	Tubería principal y servicios	20 a 160
Termofusión	Tubería principal y servicios	20 a 32

Fuente: Manual de construcción de Calidda.

Hay una serie de accesorios de acuerdo a la necesidad y a continuación se menciona algunos tipos de accesorios usados en la red de polietileno: Ver Figura 10

Unión: este accesorio sirve para unir el extremo de una tubería a un accesorio (Tapón, Codo, Tee, Reducción, etc.) o a otra tubería.

Tapón: este accesorio se instala en los finales de las ramificaciones o fin de un tramo, para lograr esta fusión se necesita además el accesorio de unión,

Tapping Tee: accesorio que permite derivar desde una red de gas en operación, este accesorio se fusiona sobre la tubería de gas y después de enfriar se hace la perforación para permitir el paso del gas, previamente se debe haber completado la línea de conexión.

Poliválvula: este accesorio permite controlar el paso del gas de una malla a otra, se suelda a extremos de tubería con las uniones.

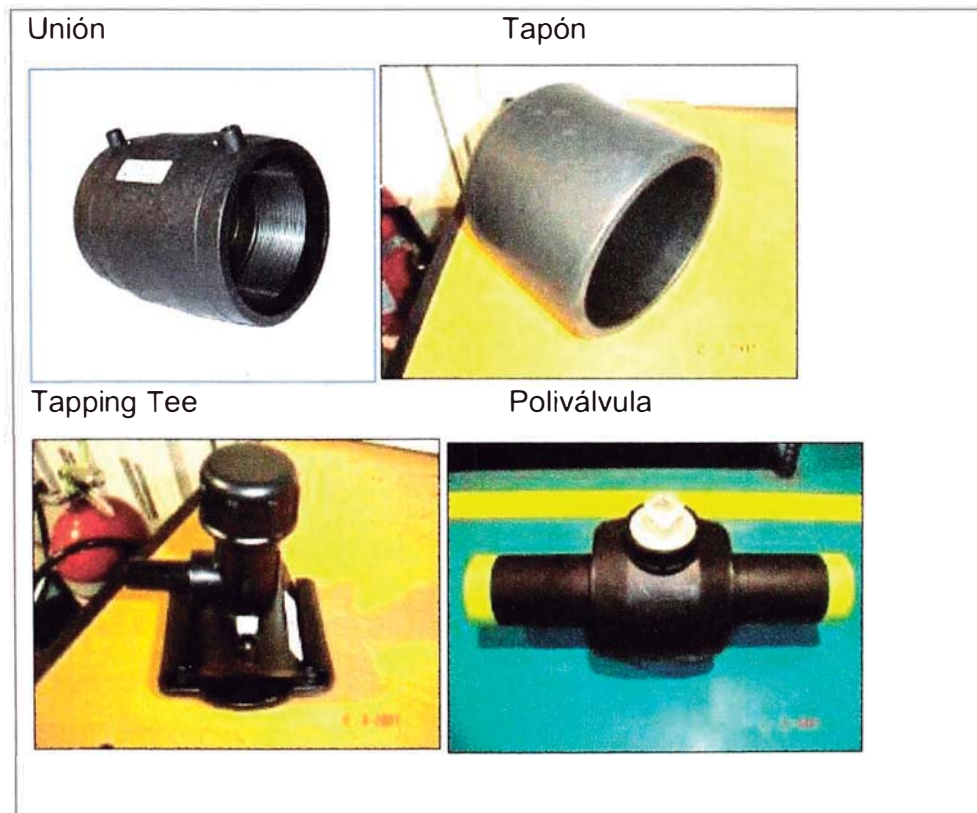


Figura 10. Accesorios de PE usados en la red de gas.

Fuente: Manual de Construcción de Calidda.

C) Consideraciones generales sobre equipos y herramientas

Para cada técnica de unión se requiere de un equipamiento específico:

- Para la electrofusión se usa la máquina electrosoldable, ver Foto 6, esta máquina necesita voltaje 220v, tiene un escáner que lee el código de barras de los accesorios de electrofusión y se auto programa en el tiempo de pega y el calor que genera, que está en función del diámetro.

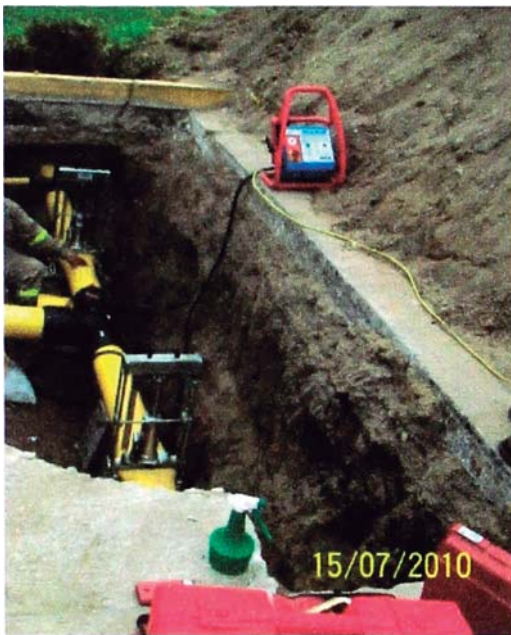


Foto 6. Máquina electrosoldable.

Fuente: El Autor.

- Para termofusion se usa la plancha calentadora, que sirve para uniones de silleta y a socket.

Las herramientas mínimas son:

- Plancha calentadora con termómetro incluido
- Caja térmica para transporte de la plancha
- Silleta para tubería y accesorio
- Socket para tubería y accesorio
- Calibradores de profundidad
- Anillos fríos
- Corta tubería

Trapo o paño limpio
Alcohol isopropilico
Cronómetro

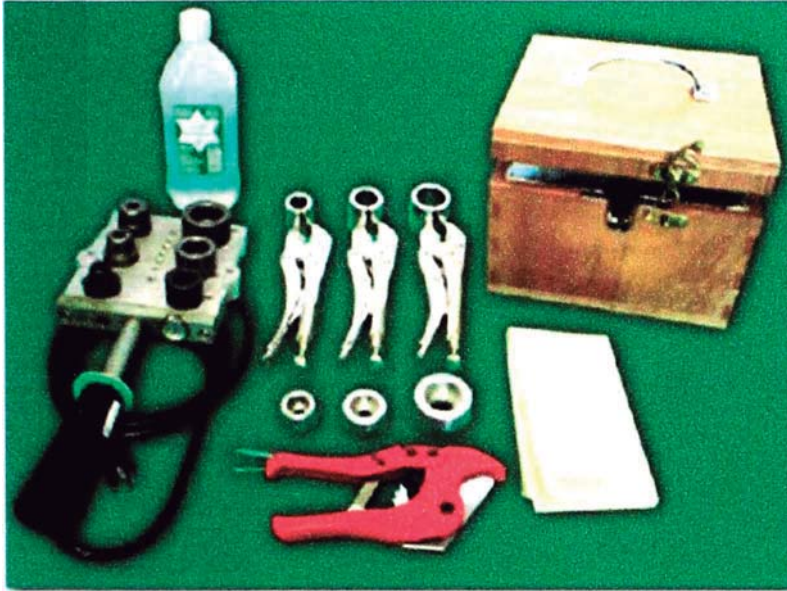


Figura 11. Equipamiento mínimo para Termofusión.

Fuente: Manual de Construcción de Calidda.

Se debe conservar los equipos y herramientas en perfectas condiciones de operación.

Se debe realizar el mantenimiento periódico de los equipos, 1 vez como mínimo al año para los equipos de fusión a tope y de los equipos de control de electro fusión.

Los equipos de electro fusión, serán calibrados según recomendaciones del fabricante. Debiendo verificar que la tensión de la máquina de electro fusión y que la fuente de alimentación eléctrica admita un potencial igual o mayor a la indicada por el fabricante, para que el funcionamiento sea el correcto.

D) Transporte, Manipulación y Almacenamiento de tuberías y accesorios

Las tuberías y accesorios de PE, no deben resultar dañados por un trato descuidado. Todo tramo de tubería que en cualquier etapa del transporte, manipulación o almacenamiento que presente deterioro o ralladuras que sean superior al 10% del

espesor de pared (con un máximo de 0.5 mm) se probará raspando 10 veces el área afectada

El vehículo de transporte deberá tener las características adecuadas para no dañar la tubería.

Los materiales en almacén no deben estar expuestos a ralladuras, soporte de pesos o impactos.

La tubería de PE debe estar bajo techo y cuando esté a la intemperie se deberá proteger con una cobertura de plástica de color negro.

Los accesorios permanecerán almacenados hasta su utilización en un recinto convenientemente protegido, cerrado y techado.

3.2.3 TÉCNICAS DE UNIÓN.

Dependiendo el tipo de unión ya sea tubo a tubo, derivaciones o transiciones es que se usan las diferentes técnicas de unión, ver Cuadro 5.

Cuadro 5. Técnicas de unión para tuberías de polietileno.

TIPO DE UNIÓN	TÉCNICA DE UNIÓN
Diámetros: 20,32,63,90,110,160 y 200mm (otras medidas según el proyecto específico)	Electro fusión, con identificación de accesorio por código de barras
Diámetros: 20,32,63,90, 110 ,160 y 200mm (otras medidas según el proyecto específico)	Termofusión a Socket y Solape, Fusión a tope automática; con identificación de accesorio por código de barras
Derivaciones	Electro fusión, con identificación de accesorio por Código de barras
Transiciones	Accesorios mecánicos por interferencia. Adaptadores de bridas (* *)
(* *) Su instalación deberá contar con la expresa autorización de la inspección de GNLC.	

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

Las uniones mediante accesorios de electro fusión y de transición deberán hacerse siguiendo las recomendaciones suministradas por el fabricante y las instrucciones indicadas en el manual de construcción de instalación de redes de gas.

A) Proceso de electrofusión

Se prepara la zona de trabajo verificando que exista el espacio suficiente para la correcta unión de los accesorios, de preferencia se harán las uniones fuera de la zanja. Respecto a los accesorios, tanto de línea como derivación estarán debidamente codificados (código de barras), donde encontraremos los parámetros de fusión y los datos necesarios para realizar una correcta trazabilidad de los mismos, estarán identificados con el intervalo SDR de las tuberías en los cuales puedan instalarse. Ninguno de los accesorios podrá ser retirado de su correspondiente bolsa de protección hasta el momento inmediatamente anterior al proceso de electro fusión.

1) Proceso de Soldadura mediante Accesorio Tipo Unión

Se verificará que la tubería de PE a utilizar y el accesorio sean de marcas aceptadas por CALIDDA.

Se cortará la tubería perpendicular al eje de la tubería, se debe hacer con las herramientas adecuadas de tal manera que en el momento de empalmar a la siguiente tubería no haya ninguna imperfección, ver Foto 7.



Foto 7. Uso de cortatubo. Fuente:
Manual de Construcción de Redes de Calidda.

Se raspará los extremos de la tubería y se dejará esta superficie preparada para la unión, el raspado debe ser uniforme de tal manera que encaje en el accesorio, ver Foto 8



Foto 8. Raspado de extremo de tubería.
Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

Luego de raspar y quitar las impurezas de la tubería se protegerá estas superficies de cualquier contaminación y del óxido superficial, es por esto que el raspado debe ser justo antes de la soldadura, la protección será con bolsas, ver Foto 9.



Foto 9. Limpieza y protección de la superficie.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

Del mismo modo se limpiará el accesorio de unión, el cual debió estar almacenado correctamente y en todo momento dentro de su bolsa de protección, se verificará que la espiral adosado en la pared interior del accesorio no esté dañado y sea continuo de borne a borne; es esta espiral la que alcanzará temperaturas tal que permita la fusión y una ambos extremos de la tubería, ver Foto 10.



Foto 10. Limpieza interna (superficie a soldar) del accesorio.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

Luego de hacer la limpieza final con alcohol isopropilico, se procede a presentar como quedaría el empalme, se pone unos topes de tal manera que el accesorio de unión esté centrado entre los extremos de la tubería a empalmar, ver Foto 11.



Foto 11. Preparación para la soldadura de unión.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

Después de verificar que la presentación del empalme sea el correcto, donde se verifique la continuidad del alineamiento y sin que haya ningún esfuerzo en la tubería, se puede proceder con la electrofusión; conectando los bornes, y leer con el escáner el código de barras del accesorio de unión. El equipo está programado para efectuar la fusión, de acuerdo al tipo y diámetro de accesorio, ver Foto 12.



Foto.12. Proceso de soldadura de la unión.

Fuente: el Autor

En este proceso de electrofusión se registrará en el accesorio y en el equipo, datos de la fusión como fecha, hora, técnico que realiza la labor, ubicación, zona, malla, etc. Ver Foto 13.



Foto 13. Marcado del accesorio con datos de la fusión.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

2) Proceso de Soldadura de Montura de Derivación

Para las derivaciones podemos usar TEE o montura de derivación, a continuación algunos ejemplos de derivación.

El proceso es similar en todos los casos; raspar y limpiar las partes de la tubería que se fusionarán con el accesorio, presentar el empalme con el equipo adecuado para la fijación verificando el alineamiento y que no haya esfuerzos, ver Foto 14



Foto.14. Montura de derivación de red.

Fuente: Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

B) Proceso de Termofusión

Este proceso de fusión es de manera mecánica y los resultados de la fusión dependen mucho de la pericia del fusionista.

1) Proceso de Termofusión a Silleta

Luego de colocar la plancha de termofusión en ambas superficies a fusionar (tubería y silleta) durante el tiempo y temperatura indicada en tablas, se retira la plancha y se unen las superficies a soldar con el equipo mecánico durante el tiempo y la presión indicada en tablas, ver Foto 15 y tabla 6.



Foto.15. Termofusión de silleta para derivación.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

Los parámetros de fusión de silletas están en el Cuadro 6:

Cuadro 6. Parámetros de Presión y Tiempo en fusión de silletas.

Parámetros de Fusión para Silletas				
Diámetro de Tubería (mm)	Presión de Calentamiento (psi)	Tiempo de Calentamiento (segundo)	Presión de Fusión (psi)	Tiempo de Enfriamiento (minuto)
63	70-90	35 – 45	60 – 80	03 – 04
90	70-90	35 – 45	60 – 80	03 – 04
110	70-90	35 – 45	60 – 80	03 – 04
160	70-90	35 – 45	60 – 80	03 – 04
200	70-90	35 – 45	60 – 80	03 – 04

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

Luego de enfriar la silleta se perfora la tubería de la red con un sacabocado, ver Foto 16, quedando así lista para su derivación, este proceso se hace en redes en construcción, es decir no tienen gas.



Foto 16. Perforación con sacabocado.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

2) Termofusión a Socket

Esta termofusión se presenta en las derivaciones hacia las líneas de conexión y venteos para tuberías de diámetro de 32mm y 20mm



Foto 17. Termofusion a socket entre silleta y tubería de 20mm.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Las obras se ejecutarán de acuerdo con la buena práctica constructiva, cumpliendo con los requisitos exigidos por las normas correspondientes y el Reglamento Nacional de Edificaciones y la Ordenanza N° 203 (Reglamento para la ejecución de obras en Área de Dominio Público).

Las partidas que comprenden el proceso son los siguientes: difusión, calicatas, corte de pavimento, rotura de pavimento, excavación, tendido de tubería, prueba de continuidad, medición de distancia a interferencias, relleno y compactación, instalación de cintas de prevención, pruebas de resistencia y hermeticidad.

El proceso constructivo de redes es similar en los diferentes distritos de Lima, la variación estará en función de las características de la vía, el suelo, el cliente y las diferentes interferencias de los demás servicios. Estos procesos se pueden resumir en: ver Figura 12.



Figura 12. Esquema del proceso constructivo de redes de distribución.

Fuente: Página virtual de CONTUGAS

3.3.1 DIFUSIÓN

Por anticipado antes de iniciar los trabajos, se debe difundir a los vecinos y posibles futuros usuarios de la zona de trabajo que van a ser afectados, explicar el tipo de trabajo a realizar, los responsables de los trabajos: concesionaria encargada, que contratista ejecutará y el tiempo que tomará la obra.

Este recorrido se hará días antes del inicio de los trabajos, donde se podrá saber de forma exacta de qué manera se coordinará la afectación al vecino y/o comercios y la forma como minimizar el impacto.

Estas difusiones se registrarán tomando los datos de coordinación con los vecinos, de tal manera que sirvan de sustento ante cualquier eventualidad.

3.3.2 SONDEO, TRAZO Y REPLANTEO

Se hacen calicatas de inspección para determinar las posibles interferencias de los otros servicios, con esta información se define la traza final de la red de la tubería, estas calicatas se hacen de acuerdo a la carga de interferencias según plano.

Se traza el ancho de la zanja para corte y excavación, también se marca todas las interferencias de los otros servicios de acuerdo a los planos proporcionados por las diferentes entidades de servicios, ver Foto 18.



Foto 18. Sondeos, trazo y replanteo.

Fuente: el Autor.

3.3.3 CORTE ROTURA Y EXCAVACIÓN

Se adoptarán formas geométricas regulares a la superficie. Antes de excavar la zanja se retirará cualquier cascote y se utilizará sierra diamantina previamente al uso del equipo rompe pavimento, ver Foto 19.



Foto.19. Corte y rotura de pavimento.

Fuente: el Autor.

La zanja será excavada utilizando equipo mecánico adecuado o a mano, tendrá 0.25m de ancho mínimo para tubería PE Ø63mm. La profundidad de excavación deberá tener una tapada mínima de 0.61 m. sobre la parte superior de la tubería, de ser el caso se reforzará las paredes para evitar desmoronamientos. La parte del material de excavación que resulte inservible para el relleno será eliminada tan pronto como sea posible y el material reutilizable será colocado en el borde de la zanja o en lugares apropiados para su posterior uso en el relleno.

Toda la zona de trabajo será delimitada con señalización adecuada, y estará correctamente enmallada, ver Foto 20.

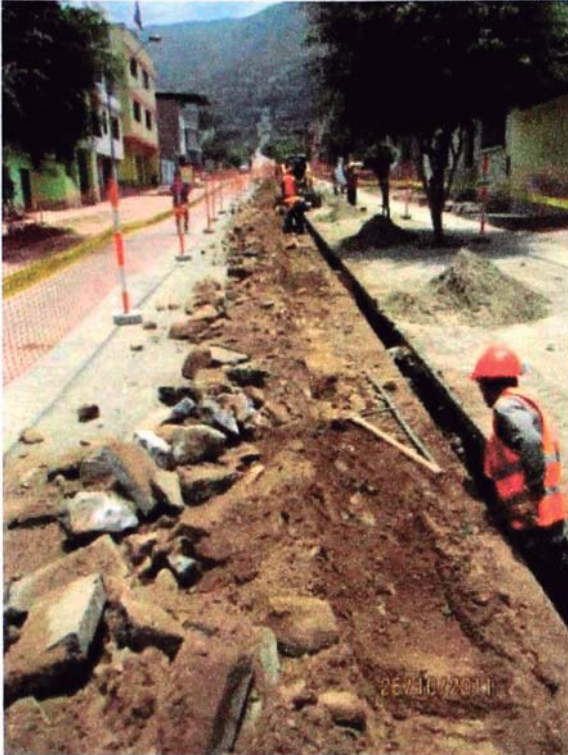


Foto 20. Excavación manual de zanja.

Fuente: el Autor.

3.3.4 INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DE POLIETILENO

Se debe aplicar para la instalación de tuberías de polietileno las especificaciones técnicas del proyecto, las normativas sectoriales aplicables de DGH-MEM, OSINERG, de las Ordenanzas Municipales y las especificaciones dadas por los fabricantes de los materiales.

Las tuberías de polietileno de diámetros iguales y mayores a 90mm vienen en unidades de 12.0m se fusionan fuera de la zanja obteniéndose tramos largos que posteriormente son bajadas a la zanja, y las tuberías menores a 90mm vienen en rollos y son directamente instaladas en la zanja; en ambos casos los empalmes y derivaciones se realizan en la zanja, en la posición donde finalmente quedará.

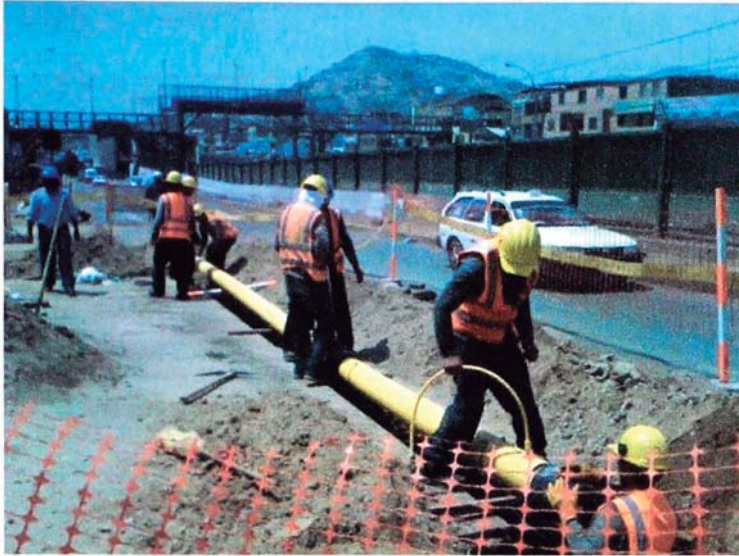


Foto 21. Instalación de tubería de polietileno previamente soldada fuera de zanja.
Fuente: el Autor.

La válvula en la red de PE es instalada de forma tal que no transmita a la tubería, los esfuerzos de torsión, de corte u otros secundarios; que puedan generarse por su accionamiento, estas poliválvulas delimitan una malla de otra, pudiendo aislarlas si es que se presenta alguna emergencia. Ver detalle de instalación de Poliválvula en Figura 13.

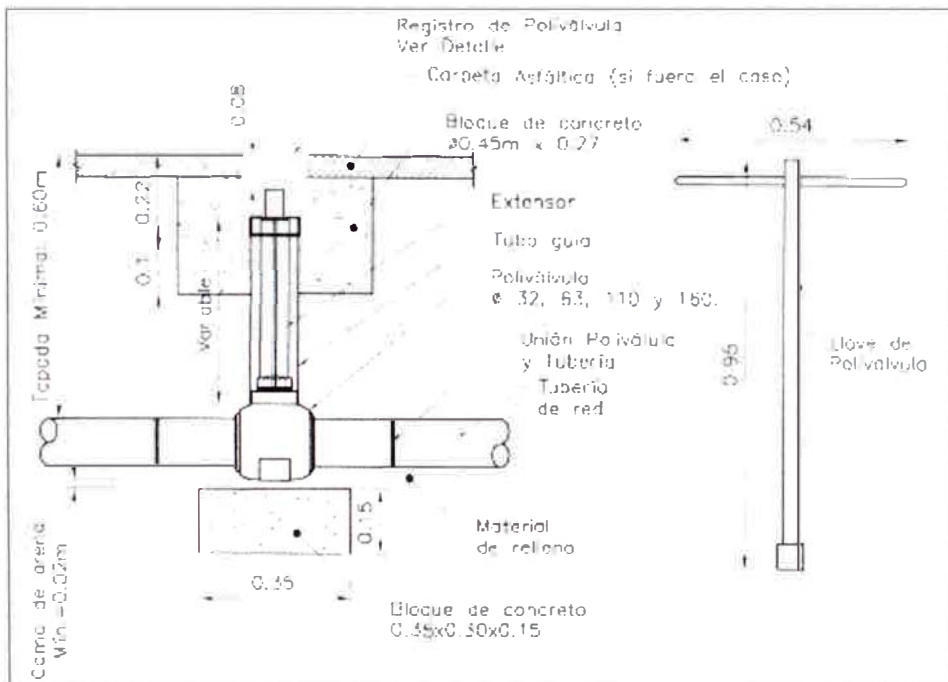


Figura13. Esquema de instalación de Poliválvula.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

3.3.5 PRUEBA DE CONTINUIDAD

Todas las líneas de material plástico deberán ser instaladas con un cable de conducción eléctrica de AWG N° 14, para facilitar su ubicación con instrumentos detectores.

Este cable va adosado sobre la tubería de independientemente de su diámetro y deriva hacia los gabinetes donde se comprueba la continuidad.

3.3.6 MEDICIÓN DE DISTANCIAS A INTERFERENCIAS

La tubería de polietileno debe guardar distancias mínimas a las interferencias de acuerdo a su naturaleza, si es necesario se profundizará la zanja para lograr obtener estas separaciones mínimas.

Se tendrá en cuenta las distancias mínimas de separación a la línea de gas de acuerdo al Cuadro 7.

Cuadro 7. Separaciones mínimas a otros servicios.

TIPO DE INTERFERENCIA	DISTINTA MINIMA (m)
Edificación (con habitabilidad)	1.00
Edificación (sin habitabilidad, para desplazamiento)	0.50
Tubería de agua	0.30
Tubería de desagüe	0.30
Buzón de desagüe	0.30
Línea telefónica	0.30
Cámara de Registro (para telefonía y televisión)	0.30
Línea de televisión por cable	0.30
Cruce de línea de media y baja tensión enterrada con tubería de conexión, en cruce	0.50
Cruce de línea de Media y Baja tensión enterrada con tubería de conexión, en paralelo	0.50
Línea de alta tensión enterrada	1.50
Torres de alta tensión	10.00
Puesta a tierra de torres de alta tensión	10.00
Puesta a tierra de torres de media tensión	5.00
Árbol*	Variable

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

(*) Según criterios señalados en el Informe Técnico: "Tratamientos Forestales en Arborización Urbana y su Implicancia en Redes de Distribución de Gas Natural en Lima y Callao ", Autor: Ing. Forestal Braulio Andrade Adaniya, Lima Septiembre 2,007.

Por ejemplo cuando cruzamos una línea eléctrica de baja tensión debemos estar a una mayor distancia de 0.50m según Cuadro 6, ver Foto 22.



Foto 22. Tubería de polietileno cumpliendo la separación mínima a interferencias.
Fuente: el Autor.

3.3.7 RELLENO Y COMPACTACIÓN.

Las primeras capas de relleno, cubrirán totalmente el tubo 0.15 m por encima de este, serán efectuadas utilizando el material fino seleccionado. El resto del relleno hasta antes de la base del pavimento será efectuado en capas no más de 30 cm. de espesor utilizando material seleccionado de la excavación, de no ser suficiente se completará con material de cantera, las capas previamente serán humedecidas y compactadas con plancha vibratoria hasta alcanzar una densidad no menor al 95% del Proctor Modificado. Como base se colocará una capa de afirmado granular de 20 cm. de espesor compactada al 100% del Proctor Modificado.

Y finalmente se repone con el mismo tipo de material, sea pavimento (concreto o asfalto), vereda, berma, jardín u otros.

El ancho de zanja según el Manual de Construcción de Redes de Calidda, varía de acuerdo al diámetro, lo cierto es que en la práctica por temas de ejecución no se puede ejecutar anchos de zanja menores a 23 cm, además debido a alguna interferencia es necesario profundizar la zanja y en consecuencia cambia el ancho de zanja, Es por esto que la Figura 14 de la zanja típica, nos da la referencia en cuanto a profundidad.

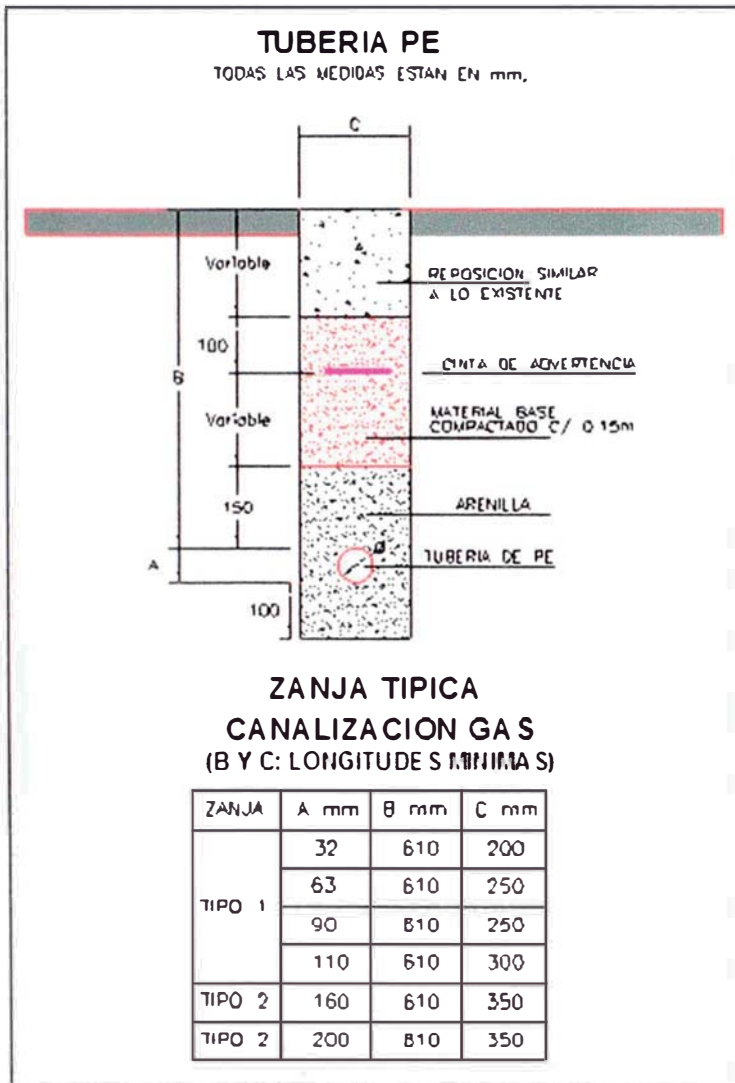


Figura 14. Sección típica de zanja.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

3.3.8 INSTALACIÓN DE CINTAS DE ADVERTENCIA

Antes de concluir el relleno, se colocará en forma continua una cinta plástica de advertencia (cinta de seguridad), sobre la traza del gasoducto para alertar, ante la eventual intervención de terceros, la existencia del gaseoducto.

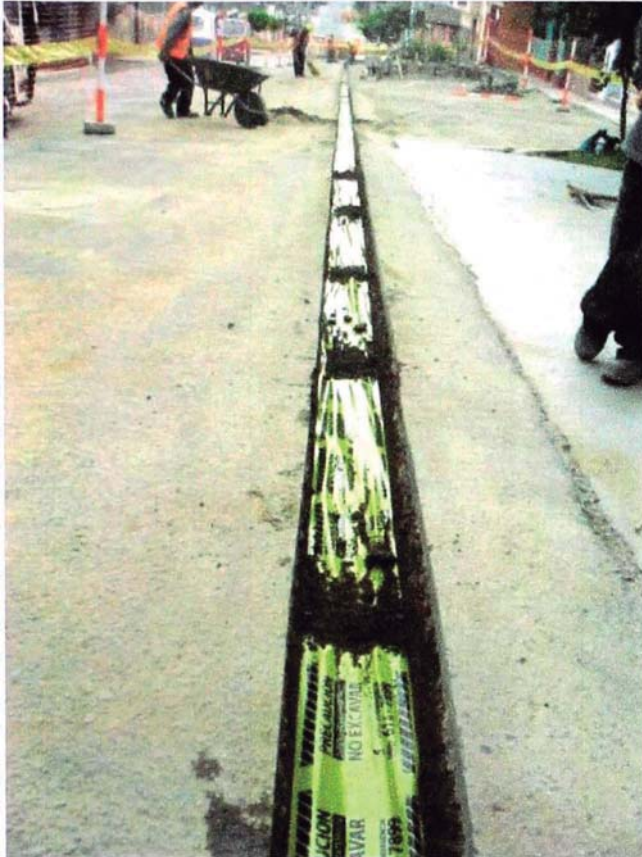


Foto 23. Colocación de cinta de advertencia.

Fuente: el Autor.

3.3.9 REPOSICIÓN DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO.

Las zonas que resulten afectadas debido a la excavación de la zanja e instalación de los ductos, deberá ser restaurada respetando las condiciones iniciales sean estas áreas verdes o vías de circulación de vehículos o de peatones. Dichas reposiciones se efectuarán con material de las mismas características en cuanto a su resistencia y diseño original, en el caso de un pavimento de concreto se usará concreto premezclado de resistencia mínima de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con espesor igual al existente y una base de afirmado $e=0.20 \text{ m}$, en el caso de afectar veredas la resistencia será de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, $e=0.10 \text{ m}$. y base de afirmado $e=0.10 \text{ m}$., debiendo realizar el curado con sika antisol o

similar; en el caso de reposición de pavimento de asfalto este será en caliente, el espesor de la carpeta será de 5.00 cm. mínimo, sobre base de afirmado compactada $e=0.20$ m, limpio y con riego previo de imprimación de asfalto líquido RC-250. Posteriormente el pavimento será sellado aplicando sello asfáltico a fin de darle mayor durabilidad.

De presentarse acabados especiales (losetas, adoquines, lajas, etc.) se repondrá con material del mismo acabado. La superficie de parche quedará perfectamente enrasada con la del pavimento existente, evitando depresiones o elevaciones, ver Foto 24.



Foto 24. Reposición de concreto.

Fuente: el Autor.

3.3.10 PRUEBA DE HERMETICIDAD

Antes de poner en servicio la red de tubería de gas se debe verificar que no haya fuga, para esto se realizará la prueba de hermeticidad a una presión de 1.5 de la máxima presión de operación (5 bar), la presión de prueba será de 7.50 bar y tendrá una duración mínimo de 24 horas, la misma que se realizará con aire comprimido aplicado con equipo compresor de aire.

Se debe registrar en forma continua la presión y temperatura, para la medición de presión se utilizarán manómetro y manógrafo, para la medición de temperatura del fluido se utilizará una termocupla u otro instrumento equivalente, ver Foto 25.

Se debe verificar cada media hora las lecturas de los instrumentos

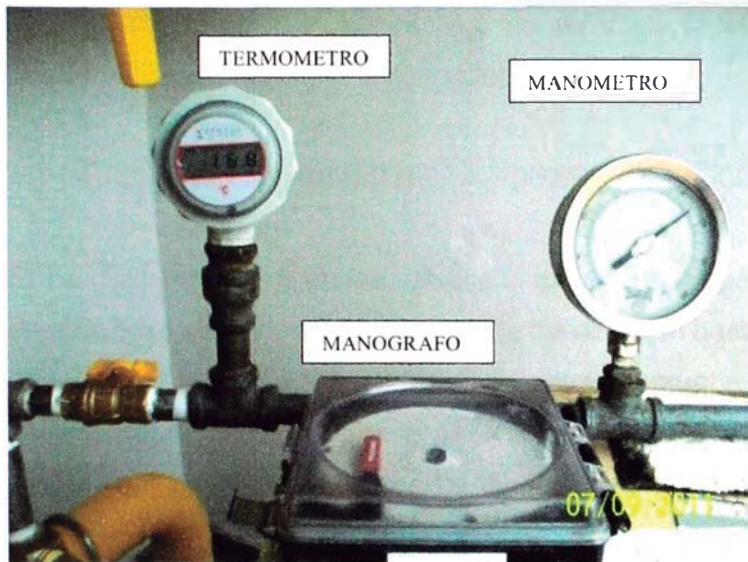


Foto 25. Cabezal de prueba, termocupla, manógrafo y manómetro.

Fuente: el Autor.

Al ser la prueba satisfactoria después de las 24 horas se procede a despresurizar la red hasta 1 bar, de esta manera la malla ya cumplió los requisitos para su gasificación que debería darse al día siguiente de haber pasado la prueba.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE PROBLEMAS ENCONTRADOS

Durante la ejecución de las redes de distribución se presentan una serie de problemas que pueden afectar el normal proceso de su instalación, así como dejar posibles defectos que podría causar problemas a futuro durante el servicio.

A continuación se mencionará algunos de estos problemas más frecuentes que se pueden presentar durante la ejecución:

4.1 DETERIORO Y/O DAÑO DE LA TUBERÍA DE POLIETILENO.

El no detectar las ralladuras, golpes o afectaciones que la tubería pudo haber tenido durante todo el proceso desde la salida del almacén hasta la instalación en zanja podría provocar un serio problema a futuro o durante la prueba de hermeticidad.

Para la descarga en campo se debe tener personal capacitado para dicha labor, que inspeccionen que la plataforma no tenga ninguna imperfección que pueda arañar a la tubería, ver Foto 26.

Se recomienda la Instrucción y difusión de los procesos de construcción, para cada una de las etapas que involucran el contacto de personal con los materiales.



Foto 26. Traslado y habilitado de tuberías.

Fuente: el Autor.

En el armado de los varillones fuera de zanja, también se tiene que tener los cuidados del caso para no dañar la tubería durante el traslado, se debe colocar sobre madera o sacos de arena, ver Foto 27.



Foto 27. Habilitado y traslado de tuberías.

Fuente: el Autor.

4.2 ZANJAS INESTABLES POR COLAPSO DE COLECTORES.

En algunos distritos la red de servicios de desagüe están deterioradas debido a la antigüedad de la tubería, estas condiciones hacen que al excavar la zanja para el tendido de la tubería de PE se genere filtraciones originadas por las aguas servidas de estos colectores, en algunos casos colapsados, esto genera una mayor demanda de recursos y mayores dimensiones de zanja, además de las reparaciones de tramo de tubería de desagüe.

Se debe garantizar que la red de PE, no debe estar en contacto con estas aguas servidas que dañan la tubería, ver Foto 28.



Foto 28. Sobre excavación debido a colectores colapsados.

Fuente: el Autor.

4.3 CONSTRUCCIÓN DE REDES EN VÍAS NO PÚBLICAS.

Antes de realizar el trazo se debe garantizar que esté en la vía pública y no sobre propiedad de terceros que podría generar problemas a futuro, se debe tener la documentación de todas las entidades.

4.4 CRUCE DE INTERFERENCIAS CON SEPARACIÓN MENOR A LA NORMA.

Si durante la excavación para la instalación de la red de gas, se descubren interferencias de otros servicios que no mantendrían la separación mínima a la red de gas, se debe estar preparado con los recursos adecuados para poder profundizar la zanja y garantizar las separaciones mínimas.



Foto 29. Línea de conexión que cruza interferencia eléctrica.

Fuente: el Autor.

4.5 RASANTE DE VÍAS NO DEFINIDAS.

En Pueblos Jóvenes donde algunas calles no cuentan con vías pavimentadas, se debe tener mucho cuidado con la profundidad a la que se instalará la tubería porque esta debe mantener la profundidad mínima de 0.61m, antes y después de ser pavimentada. Además la red de PE puede ser afectada durante la construcción futura de las vías, ver Foto 30

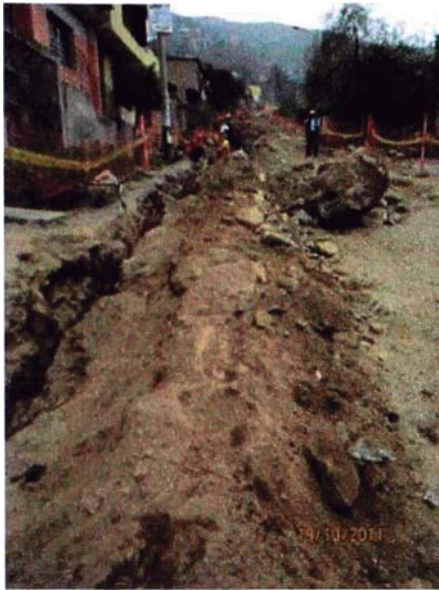


Foto 30. Vía sin pavimento donde se profundiza la red de gas.

Fuente: el Autor.

4.6 FALTA DE INFORMACIÓN DE REMODELACIONES Y/O CONSTRUCCIONES FUTURAS SOBRE LAS VÍAS.

Se tiene que tener comunicación con las entidades que tienen bajo su jurisdicción las vías, y saber qué proyectos tienen a futuro como parte de su planeamiento, que podría afectar la red ya instalada. Como el presentado por falta de planeamiento inicial, en el año 2,008 alrededor del cruce de la Av. Venezuela con la Av. Universitaria, se tuvo que profundizar la tubería de gas que estaba en operación, esto debido a los trabajos del bypass en ejecución.

4.7 ACCESOS REDUCIDOS EN PASAJES.

- Hay potenciales clientes cuyo frente del predio da hacia un pasaje y que es el único lado de donde se puede conectar a los diferentes servicios.

Este espacio tan reducido debe albergar a los diferentes servicios, principalmente agua, desagüe y luz, en estas condiciones es que se debe encontrar la forma de instalar la red de gas cumpliendo las separaciones mínimas a los predios y a las instalaciones de los otros servicios.

En estas condiciones se debe generar un informe hacia la concesionaria y esta a su vez a OSINERGMIN, quien evaluará y dará su opinión técnica sobre la instalación de la red

de gas. El informe debe contener la cantidad de posibles beneficiarios, la propuesta técnica con los planos en donde se respete las separaciones mínimas o las protecciones mecánicas a instalar, ver Foto 31.



Foto 31. Pasaje con espacio limitado para la red de gas.

Fuente: el Autor.

4.8 INSTALACIÓN DE PROTECCIONES MECÁNICAS INADECUADAS.

En algunos casos la red de PE no podrá mantener las distancias mínimas a otra interferencias, sobre todo en las líneas de conexión, en estos casos se debe tener mucho cuidado en colocar las protecciones mecánicas adecuadas que aislen y protejan la tubería de PE de las interferencias, ver Foto 32 y Figura 15.

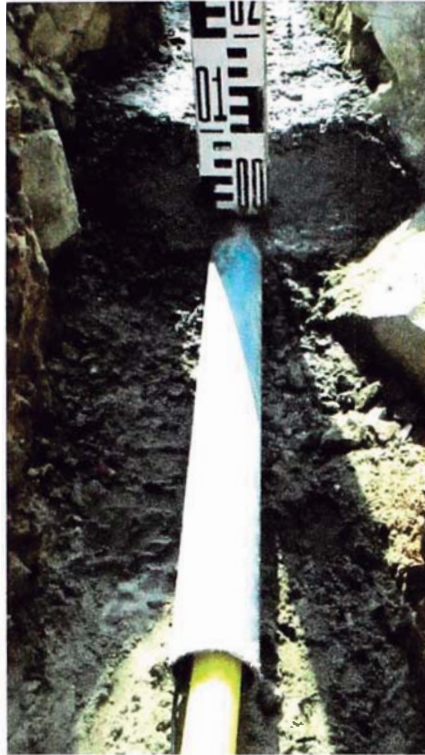


Foto 32. Protección mecánica, con tubo de pvc y embebido en concreto.

Fuente: el Autor.

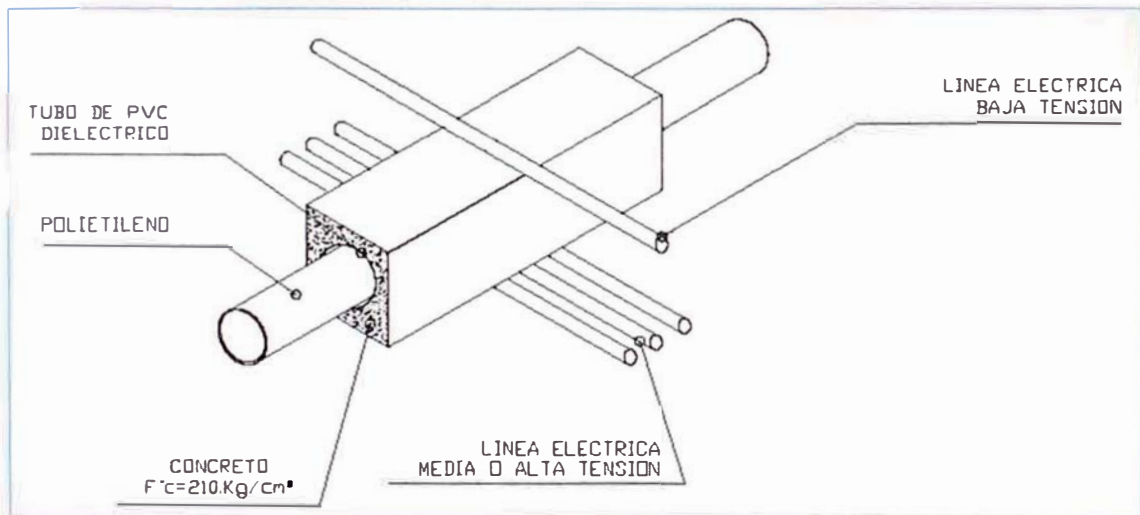


Figura 15. Esquema de protección mecánica de la tubería de polietileno.

Fuente: Manual de Construcción de Redes de Calidda.

4.9 AFECTACIONES A OTROS SERVICIO DURANTE LA EXCAVACIÓN

Durante la ejecución de los trabajos, principalmente en la excavación, se debe tener todos los planos de replanteo de los otros servicios y haber realizado los sondeos previos para garantizar que no serán afectados; en el caso de hacerlo se debe tener el personal idóneo y capacitado para saber cómo actuar, hasta que los encargados de estos servicios lleguen.

4.10 TENDIDO DE REDES EN LA VÍA PÚBLICA CON ALTO TRÁNSITO.

- Las complicaciones de los trabajos de instalación de redes de gas natural, también están relacionados a las características de la vía y el tipo de zona urbana.

Para obtener los permisos de interferencia de vía se debe presentar un plan indicando la zona de trabajo, la influencia, las posibles rutas de desvío, la correcta señalización, las medidas de control para que se cumpla el plan y no se presente ningún problema y de esta manera minimizar el impacto al tránsito vehicular y personal.

En el caso sea una vía con mucho tránsito vehicular, posiblemente los permisos de cierre de vía total no lo dará la dirección General de Transporte Urbano (DGTU), el permiso de interferencia de vía sería posiblemente solo un carril y en horarios establecidos. Para los cruces de vías de alto tránsito los permisos de interferencia de vía lo entregan para el horario nocturno. En ambos casos es lo más recomendable porque los rendimientos de ejecución son mayores cuando menos interrupciones se tienen, además disminuye el riesgo de daño a terceros, ver Foto 33.

4.11 REPETIR LAS PRUEBAS HERMETICIDAD.

Las pruebas de hermeticidad evidencian si la red de gas fue correctamente instalada, si se ha seguido todas las especificaciones y protocolos la prueba de hermeticidad sería satisfactoria. Si la prueba de hermeticidad falla es porque hay pérdida de presión en algún punto, de acuerdo a la experiencia las fallas se dan principalmente en los empalmes hacia los gabinetes domiciliarios.



Foto.33. Trabajos en la vía pública.

Fuente: el Autor.

A manera de resumen se presenta el Cuadro 8:

Cuadro 8: Resumen de problemas encontrados

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIÓN
Deterioro y/o daño de la tubería de polietileno	Inadecuado almacenamiento y mala manipulación desde el retiro de almacén hasta la instalación	Tener el personal capacitado, tener el vehículo de transporte adecuado y realizar observaciones del estado de la tubería en cada etapa.
Zanjas inestables por colapso de colectores	Redes colectoras que ya cumplieron su tiempo de servicio	Evaluar bien el trazo de la red, usar las protecciones mecánicas adecuadas y reportar el estado a la entidad competente
Construcción de redes en vías no públicas	Hay zonas donde no se tienen registradas los límites de propiedad	Solicitar permisos a todas las entidades que tengan jurisdicción de la zona, no construir hasta asegurar que la vía es pública

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIÓN
Cruce de interferencias con separación menor a la Norma	Profundidades similares de los diferentes servicios	Hacer sondeos previos para profundizar la tubería de PE, y/o usar la protección mecánica adecuada
Rasante de vías no definidas	Zonas que aún no cuentan vías pavimentadas	En el caso ya exista buzones de desagüe, se pueden usar de referencia, profundizar más para evitar daños cuando ejecuten el pavimento
Falta de información de construcciones futuras sobre las vías	Falta de planeamiento de la infraestructura vial	Solicitar información a todas las entidades que tienen jurisdicción de la zona, tratar de cambiar el trazo
Accesos reducidos en pasajes	El espacio reducido no permitiría garantizar las separaciones mínimas a las interferencias y a los límites de propiedad	Hacer sondeos previos para evaluar las otras interferencias y las protecciones mecánicas a usar
Instalación de protecciones mecánicas inadecuadas	No evaluar adecuadamente las interferencias	Debe ser evaluado por personal competente en coordinación con Calidda
Afectaciones a otros servicios durante la excavación	Planos de interferencias incompletos, no haber realizado sondeos	Antes de ejecutar, solicitar planos de todos los servicios, hacer sondeos, tener personal capacitado
Tendido de redes en la vía pública con alto tránsito	Recorrido único de la red o la necesidad de llegar a algún cliente	Garantizar el tránsito vehicular fluido, hacer un plan de interferencia de vía, usar protecciones de seguridad colectiva
Repetir las pruebas de hermeticidad	Pérdida de presión en la red	Realizar pruebas internas

Fuente: el Autor.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La instalación de Gas Natural debe ser realizado únicamente por empresas contratistas calificadas y autorizadas por Calidda que garantiza tener un personal calificado para la realización de trabajos, especialmente para las fusiones de tubería.
- El proceso constructivo de instalación como se ha descrito es rápida y poco complicada, pero sí de mucha responsabilidad, es por esta razón el personal encargado debe seguir todos los procesos de construcción cumpliendo las especificaciones técnicas, normas de instalación y seguridad.
- Es importante tener toda la información de campo de las más básicas instalaciones a fin de que las afectaciones que se presenten se debe a información incompleta de los planos de replanteo de las instalaciones de servicios existentes.
- Así mismo el presente tema da a conocer los posibles problemas que se puedan tener al momento de su ejecución y posterior funcionamiento de estas redes, la cual es necesario difundirlas.

5.2 RECOMENDACIONES.

- En campo, asegurar que la tubería a instalar no tenga ningún daño, porque puede ser un peligro a futuro, ser riguroso con los protocolos de revisión de la tubería de PE, durante todas las etapas de su manipulación hasta su instalación.
- Cambiar el trazo de la red cuando no se tengan las condiciones de seguridad, ya sea por terrenos inestables, confluencia de varias interferencias, colectores de desagüe colapsados, etc.
- Realizar la mayor cantidad de sondeos posibles, que nos permita tener una mejor idea del terreno y la ubicación de las interferencias que alberga, esto nos

permitirá definir nuestro trazo que beneficiará durante el proceso de instalación así como durante la etapa de operación al estar alejado de las demás interferencias.

- De llegar la instalación a agrupaciones de población donde no se tiene las vías pavimentadas se debe instalar la red de gas a una mayor profundidad, para minimizar el riesgo de daño, durante el proceso constructivo del futuro pavimento.

- Durante la ejecución del trabajo es necesario garantizar la seguridad física de los trabajadores sobre todo en vías de alto tránsito vehicular, se debe colocar señalización colectiva y si es necesario bloques de concreto.

BIBLIOGRAFÍA

- CALIDDA, "Manual de construcción de Redes Externas" Lima, 2006.
- OSINERGMIN, "La industria del Gas Natural en Perú, Lima, 2006.
- OSINERGMIN, "La industria del Gas Natural en Perú. A diez años del Proyecto Camisea, Lima, 2014.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Lima, 2006.