

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL PARA USO
DOMÉSTICO EN EL DISTRITO DE SAN VICENTE DE CAÑETE**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO - ELECTRICISTA**

NORVIC CHICCHÓN UGARTE

PROMOCION 1999-I

LIMA - PERU

2002

A mis padres
Por su ejemplo;
A la energía
Que rige el Universo;
A Dios
Infinita forma del tiempo.

INDICE

	PAG.
PRÓLOGO	1
INTRODUCCIÓN	4
1.1 Antecedentes	5
1.2 Objetivo	6
1.3 Alcances	6
CAPITULO 2	
GENERALIDADES	9
2.1 Conceptos básicos	9
2.1.1 Hidrocarburo	9
2.1.2 Reservorio	9
2.1.3 Petróleo	10
2.1.4 Gas Natural	10
2.1.5 Líquidos del Gas Natural o LGN	11

2.2	Clasificación del gas natural	11
2.2.1	Gas natural asociado	11
2.2.2	Gas natural no asociado	11
2.2.3	Gas natural seco	12
2.2.4	Gas natural húmedo	12
2.3	Clasificación de las reservas de gas natural	12
2.3.1	Reservas probadas	13
2.3.2	Reservas probables	13
2.3.3	Reservas posibles	13
2.4	Definición de propiedades e índices descriptivos del gas natural	14
2.4.1	Poder calorífico superior	14
2.4.2	Poder calorífico inferior	15
2.4.3	Densidad absoluta	15
2.4.4	Densidad relativa de un gas respecto al aire	15
2.4.5	Grados de humedad	16
2.4.6	Condiciones estándares	16
2.5	Unidades de medición usuales en la industria de los hidrocarburos	16
2.5.1	BTU (Unidad Térmica Británica)	17
2.5.2	Barril	17
2.5.3	Pie cúbico estándar (PC)	17
2.6	Datos demográficos del área de desarrollo del sistema planteado	18

2.6.1	Datos generales del distrito	18
2.6.2	Características de la población censal 1993	19
2.6.3	Servicios básicos de la vivienda	20
2.6.4	Indicadores de trabajo y empleo	21
2.7	Principales equipos y facilidades empleados en la construcción de sistemas de distribución de gas natural por red de ductos	24
2.7.1	Ductos	24
2.7.1.1	Especificaciones para ductos de polietileno	25
2.7.1.2	Especificaciones para ductos de acero	28
2.7.2	Sistemas de red de ductos para distribución	30
2.7.2.1	Clasificación de los sistemas de distribución	30
2.7.2.2	Sistemas de protección de ductos enterrados	32
2.7.3	Estaciones de medición y regulación de presión	34
2.7.3.1	Recinto de instalación de EMRP	35
2.7.3.2	Separadores de líquidos y sólidos	36
2.7.3.3	Sistema regulador de alimentación primaria	38
2.7.3.4	Válvulas de seguridad	39
2.7.3.5	Sistema de medición	41
2.7.3.6	Sistema de odorización	42

CAPITULO 3

PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	44
3.1 Ambito del Informe de Suficiencia	45
3.2 Árbol de medios	45
3.3 Planteamiento del sistema de distribución	48
3.3.1 Consideraciones económico – energéticas.	48
3.3.2 Descripción del planteamiento	52
3.3.2.1 Etapas	54
3.4 Población	55
3.4.1 Consideraciones socio demográficas	55
3.4.2 Proyección de la población al año 2020	56
3.4.3 Proyección de usuarios potenciales (conexiones) del gas natural de suministro	57
3.4.4 Zonas de distribución del sistema	59
3.5 Gas natural de suministro	61
3.5.1 Composición típica del gas natural	61
3.5.2 Calidad del gas de suministro	64
3.5.3 Proyección de la demanda de gas natural	65
3.6 Sistema de distribución de gas natural por red de ductos	74
3.6.1 Componentes principales	74
3.6.1.1 Estación de medición y regulación primaria (EMRP)	75

3.6.1.2	Gasoducto de alimentación principal	81
3.6.1.3	Estaciones de regulación secundaria (ERS)	82
3.6.1.4	Red de distribución	83
3.6.1.5	Conexión a servicios domiciliarios	86
3.6.1.6	Protección anticorrosiva	90
3.6.1.7	Sistema SCADA	91
3.7	Trabajos básicos a realizarse	96
3.7.1	Trámite de permisos y autorizaciones	96
3.7.2	Trabajos de topografía	97
3.7.3	Derecho de vía	98
3.7.4	Materiales	98
3.7.5	Abertura de zanjas	99
3.7.6	Unión de juntas e inspección	101
3.7.7	Tendido de ductos	102
3.7.8	Inspección del sistema de distribución	104
3.7.9	Tratamiento de residuos	105
3.8	Condiciones de seguridad en la ejecución de la obra y en las instalaciones de gas natural	106
3.8.1	Medidas de seguridad en la ejecución de la obra	107
3.8.2	Medidas de seguridad en las instalaciones	109
3.8.2.1	Incendios, detonaciones e intoxicaciones	110
3.8.2.2	Medidas preventivas básicas a tomarse en las instalaciones	116

3.9	Ventajas del gas natural como combustible alternativo	124
3.9.1	Ventajas económicas	125
3.9.2	Ventajas ambientales	128

CAPITULO 4

	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	132
4.1	Consideraciones tomadas en el cálculo de los parámetros principales del sistema de distribución	132
4.2	Cálculos efectuados	141
4.2.1	Cálculo de la caída de presión en el sistema	141
4.2.1.1	Gasoducto principal de alimentación	141
4.2.1.2	Red de distribución	143
4.2.2	Cálculo de las secciones de los ductos	147
4.2.2.1	Gasoducto principal de alimentación	148
4.2.2.2	Red de distribución principal	150
4.2.2.3	Red de distribución secundaria	153
4.3	Selección de secciones estándares de los ductos	156
4.3.1	Selección del gasoducto principal	156
4.3.2	Selección de la red de distribución principal	156
4.3.3	Selección de la red de distribución secundaria	157
4.4	Comprobación de los ductos seleccionados	157
4.5	Selección de equipos	159

4.5.1	Estación de medición y regulación de presión	159
4.5.2	Estaciones de regulación secundarias	160
4.5.3	Conexión a servicios domiciliarios	163
4.6	Cálculo del almacenamiento natural y del rate de odorización del sistema	164
4.6.1	Almacenamiento natural del sistema	164
4.6.2	Rate de odorización del sistema	165
4.7	Pruebas de estanqueidad	168
4.8	Actas y puesta en disposición del servicio	170
CAPITULO 5		
ESTRUCTURA DE COSTOS		172
5.1	Costo de habilitación del sistema planteado	174
5.2	Costo de instalación de una acometida domiciliaria	176
5.3	Resumen de costos	177
CONCLUSIONES		178
BIBLIOGRAFIA		182
PLANOS		
APENDICE		

INDICE DE CUADROS Y DIAGRAMAS

CUADROS	PAG.
Cuadro N° 1 Reservas de hidrocarburos al 31 de diciembre de 2 000	14
Cuadro N° 2 Datos generales del distrito	19
Cuadro N° 3 Características de la población censal 1993	22
Cuadro N° 4 Servicios básicos de la vivienda	23
Cuadro N° 5 Indicadores de trabajo y empleo	23
Cuadro N° 6 Clasificación de la presiones de servicio	32
Cuadro N° 7 Reservas probadas (%) y producción (%) por recurso energético en el Perú - Año 2000	49
Cuadro N° 8 - A Balanza comercial de hidrocarburos 1991 - 2000 (MBPD)	51

Cuadro N° 8 - B Balanza comercial de hidrocarburos 1991 – 2000 (Millones US \$)	51
Cuadro N° 9 Proyección de la población urbana en San Vicente de Cañete	57
Cuadro N° 10 Proyección del total familias y de los usuarios potenciales del gas natural en San Vicente de Cañete	58
Cuadro N° 11 Proyección del número de conexiones dentro del casco urbano de San Vicente de Cañete por zonas	60
Cuadro N° 12 Composición química del gas natural de suministro	62
Cuadro N° 13 Propiedades del gas natural de suministro	63
Cuadro N° 14 Proyección de la demanda del gas natural de suministro en San Vicente de Cañete	71
Cuadro N° 15 Proyección del número de conexiones y de la demanda del gas natural al año 2020 en San Vicente de Cañete	73
Cuadro N° 16 Tipos de Estaciones de Regulación y Medición de Gas Natural	80
Cuadro N° 17 Costo de Hervir 5 l de Agua	127

Cuadro N° 18 Tabla de factores de emisión de contaminantes	129
---	-----

Cuadro N° 19 Comparación de las emisiones del GLP, Kerosene y Gas Natural al año 2020 en el casco urbano del distrito	131
--	-----

Cuadro N° 20 Presiones de prueba de estanqueidad	169
---	-----

DIAGRAMAS	PAG.
------------------	-------------

Diagrama N° 1 Árbol de medios y fines	47
--	----

Diagrama N° 2 Tendido de tuberías enterradas	86
---	----

Diagrama N° 3 Esquema de acometida domiciliaria	89
--	----

Diagrama N° 4 Señalización de ductos enterrados	104
--	-----

PROLOGO

Desde su descubrimiento en la década de los 80's, el gas natural del yacimiento Camisea es el recurso que representa una de las mejores oportunidades para impulsar el desarrollo energético de nuestro país, por cuanto nos brinda un potencial suficiente para abastecer nuestros crecientes requerimientos energéticos en un horizonte no menor a 40 años.

Consciente de tal realidad, el Estado Peruano optimizó las leyes y la reglamentación referentes a las actividades en hidrocarburos para promover la explotación comercial del gas natural de Camisea; promoción que se tradujo exitosamente en la firma de tres contratos en diciembre del año 2000: el de explotación del yacimiento, el de transporte del gas natural y de sus líquidos desde Camisea hacia la Costa y el de distribución del gas natural en Lima y Callao.

En ese sentido, el Informe de Suficiencia que exponemos presenta un medio por el cual la población podría beneficiarse con un combustible que gracias a sus ventajas económicas, por el ahorro que brinda al sustituir combustibles tradicionales, y ambientales, por la ínfima cantidad de gases tóxicos que emite en su combustión, es el combustible con mayor crecimiento de su demanda en los últimos años.

Los capítulos siguientes plantean el desarrollo de un sistema de distribución de gas natural por red de ductos para uso doméstico en el casco urbano del distrito de San Vicente, ubicado en la provincia de Cañete – departamento de Lima; distrito al que por su ubicación cercana a la trayectoria del gasoducto Camisea – Lima y por sus características urbanas, lo he considerado para plantear un sistema de distribución de gas natural en su casco urbano, sistema que tomaría el gas de un ramal derivado del gasoducto antes mencionado. Cabe mencionar que un proyecto de distribución comercial de gas natural puede llegar a ser más atractivo en el futuro con la evolución favorable del desarrollo del mercado del gas natural en el Perú, integrando los sectores comercial e industrial y principalmente con la promoción y regulación de la inversión privada por parte del Estado Peruano.

Finalmente, deseo agradecer a todos quienes me brindaron muestras de aliento para la elaboración de este Informe; entre ellos al CAREC, por su apoyo en la formación de nuevos profesionales.

Norvic Chicchón Ugarte

Lima, abril de 2002

INTRODUCCIÓN

En el presente Informe de Suficiencia se plantea un sistema de distribución de gas natural por red de ductos para uso doméstico en el casco urbano del distrito de San Vicente, provincia de Cañete – departamento de Lima.

El gas natural de suministro que se utilizaría para la distribución sería el proveniente de los yacimientos de Camisea (Cusco), que serán explotados comercialmente a principios del año 2004; siendo los clientes potenciales del gas natural en primera instancia las generadoras termoeléctricas y las grandes industrias. Es por eso que hemos considerado conveniente proponer una alternativa que permita a la población en general tener acceso a dicho recurso, planteando el suministro de gas natural en el distrito en mención a partir del año 2008, año en el que se espera que, gracias a la promoción y al incentivo que brinde el Estado, la cultura de uso del gas natural en el Perú sea más fuerte, permitiendo el desarrollo de

sistemas de distribución como el que se describe en este Informe de Suficiencia.

1.1 Antecedentes

La distribución de gas natural en el Perú data de la década del 60 y se realizó en el Noroeste peruano, empleando el gas natural que era extraído como subproducto de la explotación de petróleo crudo, beneficiando a las localidades de Talara, Lobitos, Los Órganos, Negritos y El Alto en el departamento de Piura. Luego de años de servicio, dichas instalaciones quedaron obsoletas, interrumpiéndose el servicio.

En la actualidad, en el país, el servicio de distribución de gas natural por red de ductos se realiza en la localidad de Punta Arenas (Talara) desde 1996.

Asimismo, existen estudios para ejecutar proyectos de distribución de gas natural en localidades cercanas a los yacimientos de Aguaytía (Pucallpa), que han sido postergados a raíz de no darse aún las condiciones de

mercado. En el caso propuesto, se desarrollaría en el distrito de San Vicente provincia de Cañete.

1.2 Objetivo

El objetivo del presente Informe de Suficiencia es plantear un sistema de distribución de gas natural por red de ductos para uso doméstico.

1.3 Alcances

Este Informe de Suficiencia describe el planteamiento básico de un sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el casco urbano del distrito de San Vicente de Cañete; centrándose en la determinación de los indicadores más importantes de un sistema de distribución típico. Para tal fin se han utilizado conceptos teóricos sobre la distribución de gas natural; así como también se han considerando indicadores tomados de sistemas actualmente en operación y que son de utilidad para fines del presente estudio.

Cabe enfatizar que este Informe de Suficiencia remarca sólo puntos esenciales a ser considerados en cualquier sistema de distribución de gas natural, no profundizando en conceptos que no son materia del enunciado.

En el capítulo 2 se anotan conceptos básicos para el entendimiento del trabajo desarrollado; una descripción de las características del gas natural y de los equipos y accesorios más relevantes en la implementación de un sistema de distribución. Asimismo se incluyen datos estadísticos de la habilitación urbana, extraídos del último Censo de Población y Vivienda de 1993, tales como: datos generales del distrito, características de la población censal, servicios básicos de la vivienda e indicadores de trabajo y empleo.

En el capítulo 3 se exponen las consideraciones tomadas para el planteamiento del sistema de distribución, detallándose las proyecciones de demanda en las dos etapas del planteamiento; asimismo, se anota una descripción de las propiedades y consideraciones de calidad del gas natural de suministro. En este capítulo se ha considerado intervalos de 6

años entre etapas, planteando como inicio del suministro el año 2008 y un alcance del planteamiento hasta el año 2020. Finalmente se fundamenta las ventajas económicas y ambientales que implica la utilización del gas natural como combustible.

Las consideraciones del planteamiento se muestran en el capítulo 4 y su desarrollo es llevado a cabo aplicando la metodología de diseño de redes de ductos para la distribución del gas natural; asimismo se consideran datos técnicos de sistemas de distribución de gas natural actualmente en operación, los cuales nos brindan la oportunidad de contrastar el fundamento teórico con lo netamente técnico y práctico.

Finalmente, en el capítulo 5 se muestra una estructura básica de costos, en donde estimamos la inversión aproximada que implicaría la habilitación del sistema de distribución de gas natural por red de ductos que es objeto de este planteamiento, expresada en dólares constantes al año 2000, sin considerar en las proyecciones efecto inflacionario o devaluación.

2

GENERALIDADES

2.1 Conceptos básicos

Las siguientes son definiciones básicas y concretas de las características principales referentes a hidrocarburos tales como el petróleo, el gas natural y los líquidos del gas natural.

2.1.1 Hidrocarburo

Es el nombre genérico de los compuestos orgánicos, gaseosos, líquidos o sólidos, conformados principalmente de carbono e hidrógeno.

2.1.2 Reservorio

Es el estrato o estratos bajo la superficie, que forman parte de un yacimiento, que estén produciendo hidrocarburos o en los que se haya probado que son

capaces de producir hidrocarburos y que tienen un sistema común de presión en toda su extensión.

2.1.3 Petróleo

Es la mezcla de hidrocarburos que se encuentran en estado líquido a condiciones de presión y temperatura del reservorio y que generalmente se mantienen en estado líquido a condiciones atmosféricas. En ningún caso incluye a los líquidos del gas natural.

2.1.4 Gas Natural

Combustible fósil mezcla de hidrocarburos livianos que, en condiciones de reservorio, se encuentran en estado gaseoso o en disolución con el petróleo. Comprende el gas natural asociado y el gas natural no asociado. También se denominará gas natural al gas natural seco y a aquel que, después del proceso de separación de líquidos, por métodos criogénicos u otros que sólo le cambian su naturaleza física, se haya licuefactado.

2.1.5 Líquidos del Gas Natural o LGN

Son los hidrocarburos líquidos obtenidos del gas natural compuesto por mezclas de etano, propano, butano y otros hidrocarburos más pesados.

2.2 Clasificación del gas natural

2.2.1 Gas natural asociado

Gas natural que, a condiciones de reservorio, se encuentra disuelto o separado pero siempre en contacto con el petróleo. En el Perú se explota el gas natural asociado en la Cuenca Noroeste.

2.2.2 Gas natural no asociado

Gas natural que se halla, a condiciones de reservorio, sin presencia de petróleo. En el país se extrae el gas natural no asociado de la Cuenca Ucayali.

2.2.3 Gas natural seco

Gas natural que posee un bajo contenido de líquidos en su composición. En el Perú encontramos este tipo de gas natural en los pozos de Sechura.

2.2.4 Gas natural húmedo

Gas natural que posee un alto contenido de líquidos disueltos en su composición, manteniéndose en fase gaseosa en el reservorio a las condiciones iniciales de presión y temperatura. Posteriormente estos fluidos se separan al bajar la presión y la temperatura. En el país los yacimientos que cuentan con esta característica son los de Aguaytía y Camisea.

2.3 Clasificación de las reservas de gas natural

Las reservas de hidrocarburos, y por consiguiente del gas natural, se clasifican en reservas probadas, probables y posibles.

2.3.1 Reservas probadas

Las reservas probadas de gas natural son las cantidades estimadas sobre la base de las informaciones geológicas y de ingeniería obtenidas mediante métodos confiables que demuestran, con razonable certeza, que pueden ser comercialmente recuperables.

2.3.2 Reservas probables

Las reservas probables de gas natural son las cantidades estimadas sobre la base de las informaciones geológicas y de ingeniería obtenidas mediante métodos confiables, cuyo análisis sugiere la probabilidad de su existencia y recuperación futura, pero sujeta a factores técnicos, contractuales, económicos y de regulación.

2.3.3 Reservas posibles

Las reservas posibles de gas natural son las reservas no probadas y que el análisis de datos de geología e

ingeniería sugieren que tienen menor probabilidad de ser recuperables que las reservas probables.

Cuadro N° 1

Reservas de hidrocarburos al 31 de diciembre de 2 000

Tipo Hidrocarburo	Unidad	Reservas Probadas	Reservas Probables	Reservas Posibles
Petróleo	MSTB	323 392	408 931	4 848 070
Gas Natural	BCF	8 655	7 429	12 742
Líquidos de Gas Natural	MSTB	582 227	345 627	470 258

Fuente: Informe de reservas – DGH MEM

Unidades: MSTB = Miles de Barriles (10^3 Barriles)

BCF = Billones de Pies Cúbicos (10^9 Pies Cúbicos)

2.4 Definición de propiedades e índices descriptivos del gas natural

2.4.1 Poder calorífico superior

El poder calorífico superior (PCS) de un gas es la cantidad de calor, habitualmente expresado en kilocalorías, cuando el agua resultante de la combustión se supone en fase líquida (condensada) en los productos de la combustión.

2.4.2 Poder calorífico inferior

El poder calorífico inferior (PCI) de un gas es la cantidad de calor, habitualmente expresado en kilocalorías, cuando el agua resultante de la combustión se supone en fase vapor en los productos de la combustión. La diferencia cuantitativa entre el PCS y el PCI es igual, por definición, al calor de condensación del vapor de agua resultante de la combustión.

2.4.3 Densidad absoluta

La densidad absoluta de un cuerpo indica la masa por unidad de volumen.

2.4.4 Densidad relativa de un gas respecto al aire

La densidad relativa de un gas respecto al aire es igual a la densidad absoluta del gas dividido por la densidad absoluta del aire, ambas medidas a las mismas condiciones de presión y temperatura.

2.4.5 Grados de humedad

Cuando un gas se encuentra saturado de vapor de agua, si baja la temperatura, se produce la condensación del vapor en forma de agua líquida en las paredes de la canalización. Esto obliga a prever la evacuación del agua de forma que no obstruya el paso del gas.

2.4.6 Condiciones estándares

Se entiende como condiciones estándares a la presión de 1,013 bar absolutos (14,6959 psia) y temperatura de 15,55 °C (60 °F).

2.5 Unidades de medición usuales en la industria de los hidrocarburos

En el presente Informe se emplearán las unidades de medición acordes al Sistema Internacional de Unidades (S.S.I.I.); mas, en la industria de los hidrocarburos son

usuales el empleo de medidas no reconocidas por el S.S.I.I. que pasaremos a describir a continuación.

2.5.1 BTU (Unidad Térmica Británica)

Es la cantidad de calor que se requiere para aumentar la temperatura en un grado Fahrenheit (1º F) de una (1) libra de agua, equivalente a 1 055,056 joules.

2.5.2 Barril

Es la unidad de medida de hidrocarburos líquidos que consiste en cuarenta y dos (42) galones USA de capacidad, a una temperatura de sesenta grados Fahrenheit (60º F), a presión del nivel del mar, sin agua, barro u otros sedimentos.

2.5.3 Pie cúbico estándar (PC)

Es la unidad de medida de los hidrocarburos gaseosos y representa un (01) pie cúbico estándar. Un (01) pie cúbico estándar es el volumen de gas necesario para llenar un espacio de un (1) pie cúbico a catorce coma

seis mil novecientos cincuenta y nueve libras por pulgada cuadrada de presión absoluta (14,6959 psia) y a una temperatura base de sesenta grados Fahrenheit (60 °F). Agregada una "M", i.e. "MPC", quiere decir un (1) mil pies cúbicos estándar; y a su vez, agregada otra "M", i.e. "MMPC", quiere decir un (1) millón de pies cúbicos estándar.

2.6 Datos demográficos del área de desarrollo del sistema planteado

El planteamiento del sistema de distribución de gas natural por red de ductos se desarrolla en el distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, departamento de Lima; los datos demográficos que se detallan a continuación son los difundidos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

2.6.1 Datos generales del distrito

La creación del distrito de San Vicente de Cañete data de la época de la Independencia y en el último Censo de Población y Vivienda de 1993 realizado por el INEI

se registraron 32 548 habitantes (población total censada), contando con una superficie de 513,15 km², índices que arroja una densidad poblacional de 63,43 hab/km². Ver Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2

Datos generales del distrito

Dato	Valor censado
Población censada a 1993	32 548
Superficie (km ²)	513,15
Densidad Poblacional (Hab./Km ²)	63,43
Región Natural	Costa
Dispositivo de Creación	Época de la independencia

Fuente: Censo de Población y Vivienda 1993 - INEI

2.6.2 Características de la población censal 1993

La población urbana del distrito de San Vicente de Cañete representa el 68,3% de la población total censada en 1993; asimismo, se cuenta con una tasa de crecimiento intercensal de 2,70% entre los años 1981 y 1993.

La población del distrito cuenta con una tasa de analfabetismo relativamente baja, del orden del 7,6% de la población mayor de 15 años; el porcentaje de la población mayor de 15 años que tiene como mínimo educación primaria completa es del orden del 79,1%. Ver Cuadro N° 3.

2.6.3 Servicios básicos de la vivienda

San Vicente de Cañete es un típico distrito costeño, con un alto índice de electrificación; las estadísticas indican que el 86,1% de los hogares cuenta por lo menos con un electrodoméstico. En 1993 en dicho distrito se censaron 7278 viviendas; y aunque los datos registrados arrojaron un nivel relativamente bajo de hogares con servicios de agua potable y desagüe (37% y 34% respectivamente), en la actualidad el porcentaje es mayor. De otro lado el 58% de los hogares cuentan con servicio de alumbrado eléctrico. Ver Cuadro N° 4.

2.6.4 Indicadores de trabajo y empleo

La población económicamente activa del distrito de San Vicente de Cañete son 10 403 habitantes, que representa el 32% de la población total censada. La población económicamente activa de este distrito desarrolla labores agrícolas, de servicios y asalariados en porcentajes de 35,7%, 52,4% y 57,5% respectivamente. Ver Cuadro N° 5.

Cuadro N° 3
Características de la población censal 1993

Dato	Valor censado
Población Censada	32 548
Población por Área	
Urbana	22 244
Rural	10 304
Población por Sexo	
Hombres	15 984
Mujeres	16 564
Tasa de Crecimiento Intercensal 1981-1993	2,70%
Porcentaje de la Población de 15 y más años	52,62%
Tasa de Analfabetismo de la Población de 15 y más años	7,60%
Porcentaje de la Población de 15 y más años con Primaria Completa a más	79,10%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 1993 - INEI

Cuadro N° 4**Servicios básicos de la vivienda**

Dato	Valor censado
Total de Viviendas Particulares	7 278
Vivienda que disponen de Abastecimiento de Agua	2 675
Viviendas con Alumbrado Eléctrico	4 194
Viviendas con Servicio de Desagüe	2 471
Porcentaje de Hogares sin Agua, ni Desagüe, ni Alumbrado	9,50%
Porcentaje de Hogares con al menos un Artefacto Electrodoméstico	86,10%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 1993 - INEI

Cuadro N° 5**Indicadores de trabajo y empleo**

Dato	Valor censado
Población Económicamente Activa (PEA) de 6 y más años	10 403
Hombres	7 168
Mujeres	3 235
Tasa de Actividad Económica de la PEA de 15 y más años	50%
Porcentaje de la PEA Ocupada de 15 y más años	
En Agricultura	35,70%
En Servicios	52,40%
Otros	11,90%
Asalariados	57,50%
No asalariado	42,50%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 1993 - INEI

2.7 Principales equipos y facilidades empleados en la construcción de sistemas de distribución de gas natural por red de ductos

2.7.1 Ductos

Ductos o tuberías, son los elementos encargados de canalizar el gas natural desde los puntos de derivación hasta las acometidas domiciliarias. Serán de materiales que no sufran deterioros ni por el gas que sería distribuido ni por el medio exterior (terreno, condiciones climáticas) con el que estén en contacto.

La selección de los ductos varía según el requerimiento; así, las distintas secciones responden a un caudal y presión de trabajo determinado, a las condiciones del medio ambiente y a la naturaleza del fluido a distribuir.

Los ductos comúnmente usados en la distribución de gas natural son de polietileno, acero inoxidable y de cobre, los cuales no sufren deterioro por la acción de los materiales reactivos empleados en la construcción

como son la cal, el yeso o el cemento; asimismo no reaccionan con el gas natural que distribuyen. Para propósitos del planteamiento que desarrolla este Informe de Suficiencia emplearemos ductos de acero y de polietileno en las redes de distribución primaria y secundaria respectivamente por las razones que expondremos más adelante.

2.7.1.1 Especificaciones para ductos de polietileno

En el caso del presente Informe de Suficiencia, recomendaremos el uso de ductos de polietileno en redes de distribución secundaria. La presión de servicio recomendada para estas tuberías es de 0,4 a 4,0 bar absoluto.

Actualmente el polietileno encuentra cada día mayor empleo en las canalizaciones de gas y dentro de los límites de presión establecidos, algunas de las razones son:

- ✓ Resistencia al ataque químico, tanto externo por parte del terreno, como interno por parte del gas natural.
- ✓ Aislamiento eléctrico, haciendo innecesaria una protección catódica de la conducción.
- ✓ Flexibilidad, que permite adaptar el trazado a curvas de radio relativamente reducido sin necesidad de empleo de accesorios.
- ✓ Elevada resistencia al impacto, incluso a bajas temperaturas.
- ✓ Vida útil prolongada, estimada como mínimo en 50 años a 20 °C.

Los ductos de polietileno se han seleccionado de acuerdo al catálogo del fabricante (Ver Apéndice C-2), quienes emplearan en su fabricación materiales que deberán cumplir con la norma ASTM D 2513. Este tipo de tuberías es económico y principalmente es empleado en la distribución en media y baja

presión, así como en las instalaciones domiciliarias interiores.

Para el empleo de ductos de polietileno en sistemas de distribución, deberá tenerse presente:

- ✓ No debe emplearse el polietileno a la intemperie ni en aquellos lugares cuya temperatura pueda sobrepasar los 50 °C.
- ✓ En el transporte y tendido de los tubos debe vigilarse especialmente que no reciban golpes contra cuerpos de aristas vivas.
- ✓ Debe almacenarse protegiéndolo de los rayos solares, cuando en su composición no contenga algún producto que lo proteja de los efectos perjudiciales de los mismos.

Asimismo, el fabricante de los ductos deberá emitir para cada caso certificados de:

- i. Que los ductos cumplen con las especificaciones adoptadas
- ii. Controles y ensayos realizados por el fabricante con objeto de garantizar una calidad adecuada al uso requerido.

Se recomienda que los ductos de polietileno se empleen en líneas de distribución de gas natural presiones de servicio de Baja Presión, Media Presión A y Media Presión B; sus rangos de presiones, según la norma española UNE, se muestran en el cuadro N° 6.

2.7.1.2 Especificaciones para ductos de acero

En este Informe de Suficiencia, recomendaremos el uso de ductos de acero en redes de distribución primaria, cuya presión de servicio esta en el rango de 4,0 a 16,0 bar absoluto, ya que, para este rango de

presiones, su uso en sistemas de distribución de gas natural está recomendado por cumplir con las condiciones de operación sin inconvenientes técnicos.

Los ductos de acero se han seleccionado de acuerdo al catálogo del fabricante (Ver Apéndice C-1) quienes para su fabricación emplearán materiales que deberán cumplir con la norma ASTM A-53. Este tipo de ducto se puede emplear en todos los niveles de presión, principalmente en los de alta presión, el cual es el caso de este planteamiento.

Asimismo, el fabricante de los ductos deberá emitir para cada caso certificados de:

- i. Calidad del material, incluyendo características mecánicas.
- ii. Procedimiento de fabricación y en caso de ser ductos soldados, normas de aceptación de las soldaduras.

- iii. Controles y ensayos realizados por el fabricante con objeto de garantizar una calidad adecuada al uso requerido en el ámbito de este Informe.

2.7.2 Sistemas de red de ductos para distribución

2.7.2.1 Clasificación de los sistemas de distribución

Los sistemas de distribución de gas natural distribuido son clasificados generalmente según su presión de servicio o según el caudal nominal que manejan. En nuestro caso emplearemos la clasificación según presiones de servicios, tal como denota la normatividad técnica española UNE. Así tenemos que:

- i. Presiones de servicio menores a 0,05 bar absoluto (0,73 psia) serán clasificadas como Baja Presión (BP).
- ii. Presiones de servicio entre 0,05 bar absoluto y 0,4 bar absoluto (0,73psia y

- 5,8 psia) se clasificarán como Media Presión A (MP A)
- iii. Presiones de servicio entre 0,4 bar absoluto y 4,0 bar absoluto (5,8 psia y 58,0 psia) como Media Presión B (MPB).
 - iv. Presiones de servicio entre 4,0 bar absoluto y 16,0 bar absoluto (58,0 psia y 232,1 psia) se clasificarán como Alta Presión I (AP I).
 - v. Presiones de servicio entre 16 bar absoluto y 445 bar absoluto (232,1 psia y 652,7 psia) se clasificarán como Alta Presión II (AP II).

El cuadro resumen de la clasificación de las presiones de servicio se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 6

Clasificación de la presiones de servicio

Clasificación	Presión servicio	
	Bar absoluto	Psia
Baja Presión (BP)	Menor a 0,05	Menor a 0,73
Media Presión A (MPA)	0,05 a 0,4	0,73 a 5,80
Media Presión B (MPB)	0,4 a 4,0	5,80 a 58,0
Alta Presión I (AP I)	4,0 a 16,0	58,0 a 232,1
Alta Presión II (AP II)	16,0 a 45,0	232,1 a 652,7

Fuente: UNE (España)

2.7.2.2 Sistemas de protección de ductos enterrados

En general existen dos formas de proteger un ducto que va a ser enterrado: Protección mecánica y protección catódica.

La protección mecánica a su vez puede dividirse en protección en caliente y en frío. La protección en caliente consiste en aplicar cuatro diferentes materiales sobre la superficie

de la tubería perfectamente limpia; primero se aplica como base una pintura primaria, sobre esta un esmalte en base a alquitrán de hulla, posteriormente se envuelve una capa de fibra de vidrio para reforzar el esmalte y se termina con un fieltro de protección. La protección en frío consiste en aplicar una cinta plástica, sobre la superficie del tubo perfectamente limpia, esta cinta se protege cubriéndola con una felpa de uso industrial.

La protección catódica es un proceso electroquímico que consiste en transformar al metal en un cátodo mediante un corriente eléctrica directa generada por un dispositivo que viene a ser un ánodo, siempre y cuando el metal, en este caso el acero, esté en contacto con un electrolito como agua, suelo, sustancias químicas, etc.

2.7.3 Estaciones de medición y regulación de presión

Las estaciones de regulación y medición de presión tienen por objetivos principales:

- ✓ Eliminar las impurezas que pueda arrastrar el gas natural en su desplazamiento por el interior de los ductos.
- ✓ Reducir la presión del gas natural a valores prácticos y seguros de distribución.
- ✓ Contabilizar el gas natural que se demande en el consumo.

Los elementos principales de una estación de medición y regulación de presión son los siguientes:

- i. Recinto de instalación
- ii. Separador de líquidos y sólidos
- iii. Sistema regulador de alimentación primaria
- iv. Válvula de seguridad por máxima presión
- v. Sistema de medición
- vi. Sistema de odorización

2.7.3.1 Recinto de instalación de EMRP

El recinto en el que se ubique la EMRP puede ser abierto, en el que más del 30% de su superficie lateral comunique directamente con el aire libre; cerrados, en los que menos del 30% de su superficie lateral comunique directamente con el aire libre; o puede estar ubicado en un armario, siempre y cuando su caudal sea inferior a 2000 m³(n) / h y contará únicamente con rendijas de ventilación y no con superficie lateral al aire libre. Cabe mencionar que si la eventual superficie lateral abierta es adyacente a una vía pública o a propiedad de terceros, entre la valla o reja de protección de la misma y cualquier elemento de la EMRP deberá respetar una distancia mínima de 2m.

El recinto de la EMRP ha de ser fácilmente accesible, situado al abrigo de posibles inundaciones, evitándose instalarlo en

sótanos, bajo escaleras que sean única vía de evacuación de un edificio o en ubicaciones que puedan poner en peligro la integridad física de las personas. Este recinto, viene limitado por una valla metálica, muro o las paredes metálicas de un armario y se deberá tomar las siguientes consideraciones:

- ✓ Aislado, cuando se halla situado al aire libre y alejado de los edificios de la inmediaciones.
- ✓ Adosado, cuando se comparte alguna de sus paredes con algún edificio
- ✓ Incorporado, cuando se encuentra en el interior de alguna edificación.

2.7.3.2 Separadores de líquidos y sólidos

Los separadores de polvo consistirán en el empleo de filtros que impedirán el paso de cualquier partícula sólida o polvo presente en el gas natural que será distribuido.

El trabajo de los filtros es retener las impurezas de arrastre transportadas por el gas natural en los ductos, tales como partículas pequeñas, el polvo, agua, aceite, etc; de manera que provoque pérdidas mínimas de carga.

Los filtros de las estaciones receptoras, que trabaja a la presión de la red de alimentación, son cilindros con elementos filtrantes en forma de cartucho que deben contar con un manómetro diferencial a la entrada y a la salida del gas para controlar la pérdida de carga; asimismo, su función depende de la granulometría de las impurezas, como sigue:

Para polvo: 98% de partículas hasta 5 micras.

Para agua: 100% de partículas hasta 20 micras.

2.7.3.3 Sistema regulador de alimentación primaria

Consiste en la ubicación de reguladores (equipos y/o accesorios) destinados a reducir la presión de entrega del gas (40 bar) a lo proyectado en el sistema troncal de alimentación primaria.

El regulador es el dispositivo capaz de reducir la presión de distribución al valor necesario para la utilización adecuada del gas natural en el servicio domiciliario y mantenerlo entre los límites convenientes preestablecidos para un rango de caudales de trabajo. Así también son características de la calidad de un regulador la precisión, sensibilidad, estabilidad y estanqueidad al cierre.

Los tipos de reguladores que se dispone en el mercadeo son básicamente dos:

- i. Reguladores de acción directa; en los que el gas que circula por su interior actúa

directamente sobre la membrana que acciona el obturador que controla el paso del gas. Se fabrican para alta, media o baja presión, pudiendo ser esta fija o para una presión regulable.

- ii. Reguladores de acción indirecta; en los que la acción del gas sobre la membrana es controlada por otro regulador, denominado piloto, el cual trabaja en función de la presión de salida.

2.7.3.4 Válvulas de seguridad

Componente encargados de proteger de sobrepresiones a la EMRP. Opera cerrando el paso del gas natural en la EMRP cuando la presión del gas natural es mayor que un valor predeterminado.

Las cualidades que se exigen a las válvulas son:

- ✓ Cierre estanco

- ✓ Apertura o cierre rápido
- ✓ Mantenimiento mínimo
- ✓ Resistencia al desgaste mecánico y químico
- ✓ Resistencia a la presión de servicio

Todas las válvulas de las estaciones receptoras deben ser de acero, admitiéndose válvulas de fundición en la distribución a baja presión.

Las válvulas podrán ser: compuerta, mariposa, macho cónico y de bola principalmente.

Entre los principales tipos de válvulas de seguridad tenemos:

- i. Válvula de seguridad por máxima presión; que tiene por función cerrar el paso del gas natural en el aparato de utilización o en la instalación a la que este protegiendo, cuando la presión del gas sea mayor que un valor predeterminado.

- ii. Válvula de seguridad por mínima presión; que tiene por función cerrar el paso del gas natural en el aparato de utilización o en la instalación a la que este protegiendo, cuando la presión del gas sea menor que un valor predeterminado.
- iii. Válvulas de cierre; tienen por finalidad aislar a los aparatos de utilización o a instalaciones que utilizan gas natural, y son imprescindibles para poder brindar servicios de mantenimiento.

2.7.3.5 Sistema de medición

Consiste en la instalación un equipo de medición (contador de flujo) que determinará el volumen de gas natural combustible consumido por la totalidad de los usuarios y deberá realizar una comparación entre los flujos recibido y entregado con compensación por temperatura y presión. Asimismo, este equipo deberá ser objeto de un mantenimiento

programado, para evitar posibles errores en la medición realizada.

El contador es el dispositivo encargado de registrar el consumo de gas natural canalizado realizado por los usuarios. Todo contador posee un dispositivo integrador, denominado totalizador, gracias al cual podemos leer el consumo registrado directamente; diferenciándose según su sistema de medición. Así tenemos que existen contadores volumétricos, no volumétricos, de paredes deformadas, de pistones rotativos y de turbina.

2.7.3.6 Sistema de odorización

El sistema de odorización estará conformado por: Un equipo cuya función es la de inyectar mercaptanos, odorizante compuesto por Carbono, Hidrógeno y Azufre, al caudal de gas natural suministrado, permitiendo así detectar

la presencia del gas en el aire antes de que su concentración llegue al límite inferior de explosividad de la muestra; y por un tanque de reserva de odorizante (mercaptanos), cuya capacidad deberá estar acorde al consumo de gas natural suministrado.

3

PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

En el presente Informe de Suficiencia desarrollaremos el planteamiento de un sistema de distribución de gas natural para uso doméstico en el casco urbano del distrito de San Vicente de Cañete, por lo que en este capítulo nos avocaremos a detallar las principales consideraciones que hemos tomado para desarrollarlo.

Primero detallaremos el ámbito del Informe de Suficiencia, posteriormente utilizaremos el Árbol de Medios y Fines para visualizar debidamente el planteamiento; luego describiremos el planteamiento y finalmente comentaremos las consideraciones que hemos adoptado para los tres componentes principales del planteamiento: para la población del distrito, para el gas natural de suministro y para el sistema de red de ductos propiamente dicho.

3.1 Ámbito del Informe de Suficiencia

El ámbito de este Informe de Suficiencia se enmarca en el desarrollo de un planteamiento para la distribución del gas natural para uso domiciliario en el casco urbano del distrito de San Vicente de Cañete.

Sin dejar de mencionar que los clientes potenciales en la distribución de gas natural son las industrias y grandes comercios, consideramos en este informe a la distribución domiciliaria pues creemos que la población debe ser directamente beneficiada con tal recurso energético mediante la promoción efectiva del Estado, empleando su rol subsidiario; o mediante la intervención de capitales privados, regulados por los organismos competentes.

3.2 Árbol de medios y fines

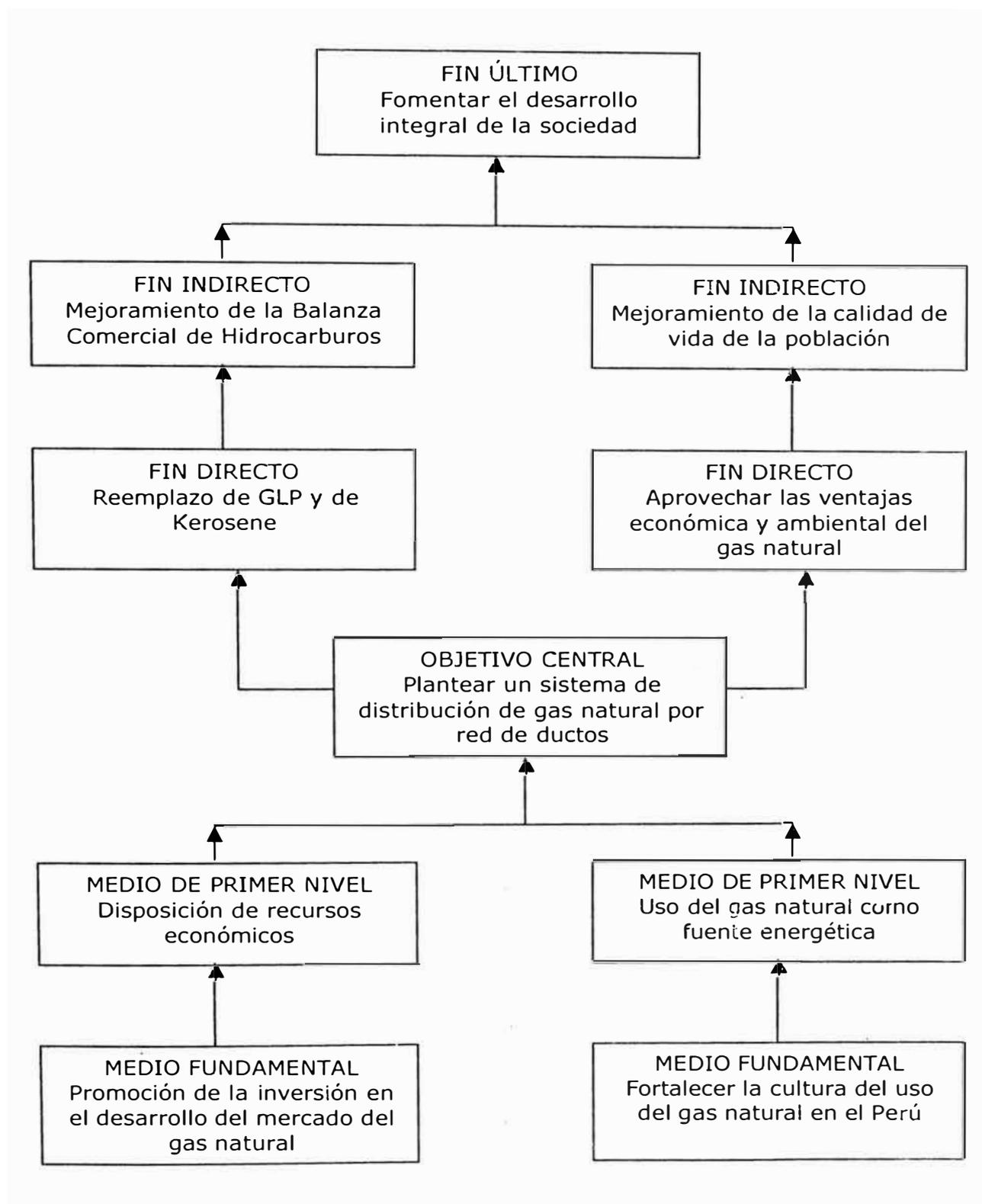
Mediante esta herramienta visualizaremos nuestro planteamiento desde una perspectiva que ayudará a apreciar, y en cierta medida a comprender mejor, la propuesta que se desarrolla en este Informe de Suficiencia.

El objetivo central es brindar un planteamiento para el desarrollo del mercado del gas natural en el Perú. Para tal fin disponemos de medios fundamentales y de primer nivel. Entre los medios fundamentales tenemos: primero el esfuerzo por parte del Estado en promover la inversión, por medio de sus roles concedente y subsidiario o motivando la iniciativa privada mediante de su rol normativo; y segundo, el interés de fortalecer la cultura del uso del gas natural en el Perú. Entre los medios de primer nivel tenemos al recurso económico, conseguido gracias a la promoción de la inversión por parte del Estado; y al gas natural, que es el recurso energético disponible.

Los fines directos buscados son el reemplazo de combustibles derivados del petróleo crudo como son el GLP y el Kerosene para fines de cocción y el aprovechar la ventaja económica y ambiental del gas natural. Los fines indirectos son conseguir el mejoramiento de la Balanza Comercial de Hidrocarburos y de la calidad de vida de la población. Los cuatro fines antes mencionados coadyuvan a alcanzar el fin último que es fomentar el desarrollo integral de la sociedad.

Diagrama N° 1

Arbol de medios y fines



3.3 Planteamiento del sistema de distribución

3.3.1 Consideraciones económico – energéticas.

Nuestro país cuenta con abundantes recursos naturales y el campo energético no es la excepción. Poseemos un gran potencial hidroenergético; y en los últimos años, hemos percatado que paralelamente a ese gran potencial debemos considerar el potencial hidrocarburífero, representado básicamente por las grandes reservas de gas natural que se dispone a raíz del descubrimiento del yacimiento Camisea. Es así que los recursos hidroenergéticos y del gas natural y condensados al año 2000 representaban el 27,20% y el 52,60% respectivamente de las reservas energéticas peruanas. Ver Cuadro N° 7.

Paradójicamente, nuestra producción energética no aprovecha los mayores recursos que disponemos. Así en el campo hidrocarburífero la producción está orientada a la explotación de petróleo crudo en un 59,40%, recurso del cual no poseemos reservas que nos garanticen un abastecimiento pleno de nuestra

demanda interna pues sus reservas al año 2000 fueron del orden del 8,50% de las reservas energéticas nacionales, contrastando con las reservas del gas natural y condensados que fueron, como mencionamos anteriormente, del orden del 52,60%. Ver Cuadro N° 7.

Cuadro N° 7

Reservas probadas (%) y producción (%) por recurso energético en el Perú - Año 2000

Recurso energético	Reservas Comerciales	Producción Comercial
Uranio	4,00%	0,00%
Carbón	7,70%	0,10%
Petróleo	8,50%	59,40%
Hidroenergía	27,20%	21,40%
Gas Natural y Condensados	52,60%	19,00%

Fuente: Petroperu

De lo anterior, se prevé la necesidad de cambiar nuestro patrón de producción energética; vale decir, orientar nuestra demanda interna utilizando los recursos que más disponemos, evitando así la

importación de combustibles, como es el caso del Diesel 2 y del Gas Licuado de Petróleo (GLP); importaciones que tornan desfavorable la balanza comercial de hidrocarburos, repercutiendo negativamente en la economía del país, pues significa egreso de gran magnitud de divisas. Ver Cuadros N° 8 A y B.

En ese sentido, el presente Informe de Suficiencia presenta un planteamiento que tiene por finalidad el mostrar una vía de desarrollo del mercado del gas natural, como es el caso de su distribución por red de ductos.

Cuadro N° 8 - A**Balanza comercial de hidrocarburos 1991 – 2000 (MBPD)**

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Exportaciones	44,9	49,6	45,3	39,7	50,9	55,7	68,6	70,6	47,7	40,0
Importaciones	44,4	48,5	41,0	44,1	80,0	85,0	109,0	115,7	85,5	96,0
Balanza Comercial	0,5	1,0	4,4	-4,4	-29,1	-29,4	-40,5	-45,1	-37,8	-56,0

Fuente: Plan Referencial de Hidrocarburos 2001 – MEM

Unidades: MBPD = Miles de barriles por día

Cuadro N° 8 - B**Balanza comercial de hidrocarburos 1991 – 2000 (Millones US \$)**

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Exportaciones	177,6	214,7	199,2	178,3	266,6	348,0	381,4	234,0	238,6	380,0
Importaciones	-362,7	-402,4	-323,5	-317,2	-589,8	-720,1	-832,9	-615,4	-591,2	-1093,0
Balanza Comercial	-185,2	-187,7	-124,3	-138,9	-323,2	-372,2	-451,5	-381,4	-352,6	-713,0

Fuente: Plan Referencial de Hidrocarburos 2001 – MEM

3.3.2 Descripción del planteamiento

El sistema de distribución planteado se desarrolla en el casco urbano del distrito de San Vicente de Cañete, ubicado al sur de Lima. Dicho distrito se encuentra a corta distancia del trayecto preliminar del gasoducto troncal Camisea – Lima (aprox. 1500 m), razón por la que lo hemos considerado para desarrollar en él nuestro planteamiento del sistema de distribución del gas natural por red de ductos para uso domiciliario, obteniendo el gas combustible del mencionado gasoducto por medio de un ramal que sería habilitado por la empresa operadora del gasoducto troncal.

Dado que estamos planteando el sistema de distribución en una zona residencial, como es el casco urbano de un distrito costero, los primeros clientes residenciales que adoptarían el gas natural como combustible serán aquellos que empleen el GLP como combustible de cocción. De ese modo, hemos realizado pronósticos de consumo de gas natural para uso doméstico considerando un efecto de sustitución

del GLP, cuyo consumo mensual para uso netamente de cocción es estimado en dos balones de GLP, de 10 kg cada uno, por usuario; considerando como usuario promedio a una familia de 4 habitantes.

Cabe mencionar que los datos técnicos referentes a las propiedades del gas natural son valores referenciales tomados del Contrato de Explotación del Lote 88 (Camisea) y sirven como una referencia importante para realizar nuestras proyecciones, ya que los datos reales serán conocidos una vez iniciada la explotación comercial del yacimiento a partir del año 2004.

Con respecto a la distribución del gas natural, proponemos realizarla por medio de ductos enterrados, para lo cual si se proyecta ejecutar el planteamiento se debería contrastar el trazo propuesto con información catastral de ductos enterrados preexistentes en la zona urbana del distrito, como pueden ser los del servicio de agua y alcantarillado.

Asimismo, en este planteamiento consideramos componentes principales a: 1) la población; 2) al gas natural de suministro y 3) al sistema de red de ductos propiamente dicho. Cada uno de los cuales pasaremos a analizar en los acápites respectivos.

3.3.2.1 Etapas

Como la puesta en marcha de la explotación comercial del yacimiento Camisea se prevé para el año 2004, proponemos como año de inicio de la distribución de gas natural para el distrito en mención el año 2008, considerando un alcance hasta el año 2020 en dos etapas distanciadas 6 años, lapso considerado como apropiado para afianzar la cultura del uso del gas natural. Así tenemos que:

Inicio 1era Etapa	Año 2 008
Inicio 2da Etapa	Año 2 014
Año de alcance	Año 2 020

Para esos años hemos realizado proyecciones de la población del distrito considerando 2,70% como tasa anual de crecimiento demográfico; tal tasa es la publicada por el INEI como tasa promedio de la última década para el distrito.

3.4 Población

3.4.1 Consideraciones socio demográficas

La población censada del distrito de San Vicente de Cañete a 1993 fue de 32 548 habitantes, contando con una densidad poblacional de 63,43 hab/km². Es un distrito con potencial de desarrollo, donde la población urbana representa el 68% de la población censal total y el analfabetismo es relativamente bajo, del orden del 7,6% de la población mayor de 15 años; asimismo cuenta con un elevado índice de electrificación, señalando las estadísticas que más del 80% de la población total cuenta con por menos un

electrodoméstico. Estas consideraciones se detallan en el acápite 2.6 del presente Informe de Suficiencia.

3.4.2 Proyección de la población al año 2020

Dado que el sistema de distribución por red de ductos propuesto se desarrollaría en el casco urbano del distrito, estimaremos la demanda de gas natural para uso domiciliario considerando la proyección demográfica de su población urbana, que según el último censo de 1993 fue de 22 244 habitantes, empleando una tasa anual de 2,70%, proyectándola primero hasta el año 2008 y luego, en un horizonte de 12 años, hasta el año 2020, año considerado para el desarrollo de las etapas del planteamiento. La proyección se muestra en el Cuadro N° 9.

Cuadro N° 9

Proyección de la población urbana en San Vicente de Cañete

Etapa	Año de inicio	Proyección Población urbana
1era	2008	33 172 hab.
2da	2014	38 922 hab.
Año de alcance	2020	45 668 hab.

3.4.3 Proyección de usuarios potenciales (conexiones) del gas natural de suministro

Primero determinaremos, a partir de la proyección efectuada en el acápite anterior, el número de familias que residen en el casco urbano del distrito, considerando de cuatro (04) el número promedio de habitantes por familia en el casco urbano del distrito.

Luego, para estimar el número de usuarios potenciales del gas natural en el distrito, consideraremos factores de penetración de uso del gas de 15% y 25% en los años 2008 y 2014, años de inicio de la 1ª y 2ª etapa del sistema respectivamente; y de 45% en el 2020,

año de alcance del planteamiento de este informe. Ver Cuadro N° 10.

Cabe mencionar que en las cifras del Cuadro N° 10 está incluida la demanda que surgiría a raíz de la expansión demográfica y geográfica del distrito en el horizonte de evaluación; demanda que requerirá de nuevas conexiones, las que están contempladas en los cálculos realizados y serán suministradas por el sistema.

Cuadro N° 10

Proyección del total familias y de los usuarios potenciales del gas natural en San Vicente de Cañete

Etapa	Año de inicio	Total de familias	# Conex. en casco urbano	# Total de Conex. ⁽¹⁾	Factor de penetración
1era	2008	8 293	834	1 244	15%
2da	2014	9 730	1 390	2 433	25%
Año de alcance	2020	11 417	2 502	5 138	45%

⁽¹⁾ El total de conexiones incluye a los nuevos clientes surgidos de la expansión geográfica y demográfica del casco urbano del distrito.

3.4.4 Zonas de distribución del sistema

En el planteamiento del sistema de distribución, hemos considerado necesario dividir el casco urbano en 6 zonas de abastecimiento, las cuales se dividen a su vez en sectores, definidas mediante la instalación de válvulas de bloqueo y tuberías de distribución principal tipo malla, con la finalidad de que el suministro del gas natural se efectúe bajo estándares de calidad (caudal y presión apropiados, suministro sin interrupciones, calidad de gas natural según especificación).

Las 6 zonas de distribución serán abastecidas por tres Estaciones de Distribución: una estación principal (EMRP) y dos secundarias (ERS), ubicadas estratégicamente y que distribuirían el gas natural balanceando el caudal que distribuyen, de modo que puedan atender con menores pérdidas a las zonas dentro del casco urbano con mayor densidad de conexiones (Ver Cuadro N° 11). El emplazamiento de cada zona dentro del distrito se muestra en el Plano N° 1.

Para determinar la cantidad total de conexiones en cada zona dentro del casco urbano del distrito hemos considerado en 11 el número promedio de conexiones por cuadra; cifra que resulta de dividir el número total de conexiones al año 2020 (Ver Cuadro N° 10) entre el número de cuadras contabilizados del Plano N° 1.

Cuadro N° 11

Proyección del número de conexiones dentro del casco urbano de San Vicente de Cañete por zonas

	Número de conexiones en casco urbano			Estaciones de distribución
	2008	2014	2020	
Zona 1	167	278	500	ERS 1
Zona 2	256	426	767	
Zona 3	189	315	567	ERS 2
Zona 4	126	210	378	
Zona 5	59	99	178	
Zona 6	37	62	111	
Total	834	1 390	2 502	

3.5 Gas natural de suministro

3.5.1 Composición típica del gas natural

El gas natural a ser distribuido en el distrito de San Vicente sería el proveniente del yacimiento Camisea, por lo que las siguientes son características referenciales tomadas del Contrato de Explotación del yacimiento, dado que las definitivas serán proporcionadas por el productor del campo al momento de la explotación.

La composición química del gas natural de suministro sería la que se muestra en el Cuadro N° 12; destacando las siguientes características:

- ✓ El gas natural es más ligero que el aire. El gas natural de suministro cuenta con una densidad relativa estimada en 61%.
- ✓ El gas natural es inodoro, por lo que requiere el empleo de odorizantes mercaptanos.
- ✓ El gas natural es incoloro.

Cuadro N° 12**Composición química del gas natural de suministro**

Componente	Fracción Molar
Nitrógeno	0,0106
Dióxido de carbono	0,0032
Agua	0,0000
Metano	0,8937
Etano	0,0857
Propano	0,0065
Iso - Butano	0,0002
Normal - Butano	0,0001
Total	1,0000

Cuadro N° 13

Propiedades del gas natural de suministro

Propiedad	Valor
Densidad relativa	0,6109
Peso molecular	17,7 Moles
Poder calorífico superior	39,93 MJ / m ³
Poder calorífico inferior	36,04 MJ / m ³
Calor Específico a 15,6 °C y 101,325 kPa	0,9971 kJ / kg-°C
Factor Z:	
a 15,6°C y 101,325 kPa	0,9971
a 15,6°C y 10,000 kPa	0,7644
a: 15,6°C y 15,000 kPa	0,7262
Punto de Rocío para hidrocarburos (Temp. máxima)	
De 1,0 a 35,0 MPa	- 10 °C
A 5 500 kPa	- 4 °C

3.5.2 Calidad del gas de suministro

La distribución de gas natural combustible por red de ductos deberá cumplir con las disposiciones establecidas en el Reglamento de Distribución vigente, en el que se indica que el gas natural de suministro deberá corregirse a condiciones estándar de presión y temperatura. Asimismo, indica que el gas natural deberá ser entregado por el concesionario en las siguientes condiciones:

- ✓ Libre de arena, polvo, gomas; aceites, glicoles y otras impurezas.
- ✓ No contendrá más de tres miligramos por metro cúbico (3 mg/m^3 (st)) de sulfuro de hidrógeno, ni más de quince miligramos por metro cúbico (15 mg/m^3 (st)) de azufre total.
- ✓ No contendrá dióxido de carbono en más de tres y medio por ciento (3,5%) de su volumen
- ✓ La cantidad de gases inertes no será mayor de seis por ciento (6%) de su volumen; entendiéndose como gases inertes a la suma del

contenido de nitrógeno y otros gases diferentes al dióxido de carbono.

- ✓ Será gas natural seco, vale decir que estará libre de agua en estado líquido
- ✓ Contendrá como máximo sesenta y cinco miligramos por metro cúbico (65 mg/m^3 (st)) de vapor de agua.
- ✓ No superará una temperatura de cincuenta grados centígrados ($50 \text{ }^\circ\text{C}$).
- ✓ Con un contenido calorífico bruto comprendido entre $8\,450 \text{ kcal/m}^3$ y $10\,300 \text{ kcal/m}^3$ (st).

3.5.3 Proyección de la demanda de gas natural

Efectuaremos la proyección del consumo de gas natural en el horizonte del planteamiento (2008 – 2020) considerando la sustitución del GLP para uso de cocción en la población urbana del distrito; consideramos únicamente la sustitución por este combustible debido a que es un dato fidedigno; investigaciones de mercado respecto al consumo principalmente de Kerosene, y en menor medida de leña, en la zona urbana del distrito y en usos

adicionales al de cocción no harían más que mejorar los indicadores de consumo del gas natural considerados en este informe.

De lo anterior, calculamos el consumo de gas natural por sustitución energética del GLP, con los siguientes datos de la siguiente manera:

Consumo GLP por usuario	2	balones GLP / mes
Contenido de un balón de GLP	10	kg / balón GLP
1 m ³	264,2	galones US
1 m ³	35,31	Pies cúbicos
1 BTU	1 054	Joules

Cabe mencionar que el consumo de GLP designado anteriormente ha sido estimado del uso de ese combustible en fines de cocción para una familia promedio de 4 personas.

De otro lado, de publicaciones especializadas extraemos la siguiente información para una calidad típica del GLP:

Densidad GLP	543	kg / m ³
Poder calorífico GLP	97 800	BTU / gal US

Con los datos anteriores calculamos el consumo mensual de GLP en galones US:

Consumo GLP	9,724	gal US / mes
-------------	-------	--------------

Utilizando el resultado anterior y con el poder calorífico del combustible, calculamos el consumo energético diario, considerando 30 días mensuales:

Consumo energético por usuario	31 700	BTU / día
--------------------------------	--------	-----------

A partir del consumo energético por usuario, determinaremos el consumo probable de gas natural para uso doméstico con fines cocción en una familia promedio de 4 personas de la siguiente manera:

El poder calorífico superior (PCS) referencial del gas natural de suministro es:

PCS gas natural de suministro	39,93	MJ / m ³
	1 073	BTU / Pie Cúbico

Luego, con el dato anterior, calcularemos el número de pies cúbicos por día (PCD) necesarios para brindar la energía consumida por un usuario diariamente:

Consumo de gas natural por usuario	29,5	PCD
------------------------------------	------	-----

Este consumo será el que adoptaremos para el inicio de la primera etapa del sistema de distribución que planteamos (Año 2008).

Las referencias que disponemos acerca del consumo de gas natural en otros países, indican patrones de consumo en un rango que varía desde un consumo de 17 PCD en familias de bajos recursos hasta 92 PCD en familias de recursos altos; por lo que el consumo de casi 30 PCD calculado para una familia promedio del

distrito es muy aceptable dada la realidad expuesta anteriormente.

Asimismo, en este Informe de Suficiencia consideraremos un crecimiento anual del consumo de gas natural a partir del año 2008 del orden del 5%, tasa apropiada para adaptar el consumo de gas natural estimado a la creciente demanda energética del país.

Así tenemos que las proyecciones del consumo de gas natural por usuario sería:

Inicio 1era Etapa	Año 2 008	29,5 PCD
Inicio 2da Etapa	Año 2 014	39,6 PCD
Año de alcance	Año 2 020	53,1 PCD

Reiteraremos que el consumo estimado de gas natural para cada etapa del sistema que planteamos en este Informe Suficiencia, fue proyectado a partir de la sustitución energética del GLP para uso de cocción en una familia promedio de 4 personas. No descartamos

la sustitución de otros energéticos, principalmente del kerosene, ni tampoco otros usos además del de cocción, como el de calefacción. Información primaria, tomada de futuros estudios de mercados, determinaría un consumo de gas natural mayor al estimado en este estudio, reforzando así nuestro planteamiento.

Luego, con las proyecciones de consumo domiciliario para uso de cocción y del número de usuarios potenciales del gas natural distribuido en el caso urbano de San Vicente de Cañete podemos estimar la demanda total de gas natural para el año de alcance del planteamiento. Los resultados se muestran en el Cuadro N° 14.

Asimismo, presentamos en el cuadro N° 15 el resumen de las proyecciones de la demanda de gas natural y de las conexiones estimadas al año 2020. En el rubro de conexiones, se anotan las conexiones del casco antiguo, las que servirán para el cálculo de la red de distribución secundaria del sistema y las nuevas conexiones, las cuales han sido estimadas de

manera proporcional a las conexiones cubiertas por cada ERS.

Cuadro N° 14

Proyección de la demanda del gas natural de suministro en San Vicente de Cañete

Etapa	Año Inicio	Consumo (PCD)	
		Por Usuario	Global
1era	2008	29,5	36 755
2da	2014	39,6	96 320
Año de alcance	2020	53,1	272 615

Cabe mencionar que, en futuro cercano, el comportamiento de la demanda del gas natural dependerá directamente de su precio con respecto a combustibles competidores. En ese aspecto, uno de los puntos que las autoridades deben tener muy presente es el tratamiento impositivo al que será sometido, pues recargados impuestos lo encarecerían retardando su masificación. Actualmente, el gas

natural sólo es afecto al Impuesto General a las Ventas (IGV).

Cuadro N° 15

Proyección del número de conexiones y de la demanda del gas natural al año 2020 en San Vicente de Cañete

N° ERS	N° Zona	Proyección del Número de Conexiones			Proyección de la demanda		
		Casco Antiguo	Nuevas Conexiones	Total Conexiones	Casco Antiguo	Nuevas Conexiones	MPCD
ERS 1	1 y 2	1 267	1 335	2 602	67,28	70,85	138,12
ERS 2	3, 4, 5 y 6	1 235	1 300	2 535	65,51	68,98	134,49
		2 502	2 635	5 137			272,62

MPCD: Miles de pies cúbicos estándar por día

3.6 Sistema de distribución de gas natural por red de ductos

El sistema de distribución del gas natural, al igual que la población del distrito y el gas natural de suministro, es uno de los tres componentes importantes del planteamiento. Se propone desarrollar este sistema en el casco urbano del distrito, cuya población posee los recursos suficientes para adoptar un cambio de uso de combustible utilizando el gas natural de suministro como combustible doméstico, para lo cual describiremos sus componentes principales.

3.6.1 Componentes principales

El sistema de distribución de gas natural por red de ductos planteado en este Informe de Suficiencia comprenderá los siguientes componentes principales:

- i. Estación de medición y regulación primaria (EMRP)
- ii. Gasoducto de alimentación primaria
- iii. Estaciones de regulación secundaria (ERS)
- iv. Red de distribución de gas por red de ductos
- v. Conexión a servicios domiciliarios
- vi. Protección anticorrosiva

vii. Sistema SCADA

En la descripción de cada componente se nombrarán las características técnicas más importantes, las cuales tienen sustento en el cálculo desarrollado en el capítulo siguiente.

3.6.1.1 Estación de medición y regulación primaria (EMRP)

El sistema de distribución de gas natural en el distrito contaría con una Estación de Regulación y Medición de Presión (EMRP), estación de distribución principal encargada de recibir el gas natural derivado del gasoducto Camisea Lima a una presión de 40 bar absolutos (580,28 psia), filtrando las impurezas, corrigiendo su volumen a las condiciones estándares, contabilizando el caudal entregado y reduciendo la presión del gas a 10 bar absolutos, presión de utilización del gasoducto de alimentación principal.

Esta EMRP será nuestro City Gate o Estación Principal en Puerta de la Ciudad; hasta esta instalación, la empresa transportadora del gas natural proveniente de Camisea y previo acuerdo contractual, deberá habilitar un ramal de su gasoducto para suministrar el gas natural a la ciudad. A partir de este punto, es responsabilidad de la empresa operadora del suministro de gas natural el planificar, ejecutar y operar las instalaciones de suministro del gas al casco urbano del distrito.

Entre las facilidades a considerar en la EMRP, se debe incluir un equipo de odorización que permita adicionar al gas natural de suministro un olor característico que permita detectar su presencia en el aire antes de que su concentración llegue a proporciones de inflamabilidad.

El odorizante a emplear será mercaptano y la proporción de inyección al caudal de suministro será de 12 a 20 mg por metro cúbico de gas natural suministrado. El tanque de reserva del odorizante deberá tener un capacidad acorde con el consumo real, variando su volumen en función de la demanda del gas suministrado.

En la actualidad, las empresas del ramo han estandarizado las EMRP que comercializan, por lo que la selección de una EMRP para un sistema de distribución de gas natural se realiza en función al caudal total y a la presión del gas natural que serían suministrados a la habilitación urbana.

En el cuadro N° 16 se muestran las EMRP que han sido clasificadas por una empresa especialista en el ramo, detallándose los siguientes componentes:

- ✓ Tipo de caseta
- ✓ Tipo de regulador
- ✓ Válvula de seguridad
- ✓ Tubo de medición
- ✓ Registrador de flujo
- ✓ Registrador de presión y temperatura
- ✓ Capacidad

Por otro lado, las recomendaciones de seguridad para EMRP con las características de nuestro caso (P entrada = 40 bar y $Q = 0,27$ MMPCD) son las siguientes:

- ✓ Recinto del tipo abierto (30% de su área lateral despejada).
- ✓ Recinto de tipo aislado (situado al aire libre).
- ✓ Distancia mínima de 6 m entre la envolvente del recinto y depósitos industriales, almacenes o puntos donde se manipulen productos fácilmente inflamables y fuegos abiertos.

- ✓ Los límites del recinto constituido por una valla metálica dispondrán de una zona libre de por lo menos 6 m con respecto a edificios habitados o de pública concurrencia y de 4 m con respecto a una vía pública.
- ✓ Cuando el límite del recinto sea un muro de pared continua las distancia anteriores seran 3 m y 1 m respectivamente.

Finalmente, ubicaríamos la ERMP en la Av. 28 de Julio en la periferia del casco urbano cumpliendo con las recomendaciones antes expuestas (Ver Plano N° 1).

Cuadro N° 16
Tipos de Estaciones de Regulación y Medición de Gas Natural

N°	Caseta Tipo	Tipo de Regulador (Fisher)	Válvula de Seguridad	Registrador de flujo	Registrador de Presión y Temperatura	Capacidad	
						10 ³ m ³ /día	MMPCD
1	PM-3D	621, 1"	1 1/2" x 2"	Tipo CD 7 kg/cm ²		6,7	0,24
2	PM-5D	621, 1"	1 1/2" x 2"	Tipo CD 7 kg/cm ²		11,2	0,40
3	PM-10D	99-148, 2"	2" x 3"	Tipo CD 7 kg/cm ²		22,5	0,79
4	PM-2T	667-ET, 1"	2" x 3"	100" H ₂ O, 150 psia	28 kg/cm ² 50°C	37,6	1,33
5	PM-3T	667-ET, 1 1/2"	3" x 4"	100" H ₂ O, 150 psia	28 kg/cm ² 50°C	85,0	3,00
6	PM-4T	667-ET, 2"	4" x 6"	100" H ₂ O, 150 psia	28 kg/cm ² 50°C	150,0	5,30
7	PM-6T	667-ET, 3"	6" x 8"	100" H ₂ O, 150 psia	28 kg/cm ² 50°C	340,0	12,01
8	PM-8T	667-ET, 4"	6" x 8"	100" H ₂ O, 150 psia	28 kg/cm ² 50°C	680,0	24,01
9	PM-10T	667-ET, 4"	6" x 10"	100" H ₂ O, 150 psia	28 kg/cm ² 50°C	1 900,0	67,09

Fuente: Petróleos Mexicanos (PEMEX)

Unidades: MMPCD = Millones de pies cúbicos estándar por día

3.6.1.2 Gasoducto de alimentación principal

Es un sistema troncal de alimentación de gas natural en Alta Presión I (distribución principal), tendido en avenidas principales del casco urbano y que en nuestro caso operaría a una presión nominal de 10 bar absolutos (145,07 psia). El material del gasoducto será acero y la sección de 1 ½”.

Este gasoducto troncal de distribución alimentará a dos estaciones de regulación secundaria (ERS) que se encargarán de reducir la presión de distribución de 10 bar absolutos (145,07 psia) a 4 bar absolutos (58,03 psia).

El tendido del gasoducto seguiría la ruta siguiente (Ver Plano N° 1): EMRP - Av. 28 de Julio - Jr. José Gálvez - Av. Sta. Rosalía - ERS 1 - Av. 9 de Diciembre - ERS 2.

3.6.1.3 Estaciones de regulación secundaria (ERS)

Las estaciones de regulación secundaria (ERS) estarán constituidas con equipos capaces de regular la presión desde el nivel de presión de alimentación primaria (Alta Presión I - 10 bar absolutos) hasta el nivel de distribución (Media Presión B – 4 bar absolutos).

Las ERS deberán estar emplazadas en ubicaciones estratégicas de modo que permitan alimentar eficientemente a las zonas en que se divida el distrito, guardando las respectivas distancias de seguridad según reglamento, así como el medio ambiente y el urbanismo.

Al igual que las EMRP, los fabricantes han estandarizado sus ERS las cuales se encuentran disponibles en el mercado, y su selección se realiza de acuerdo al gasto y a la presión a la que se suministrará el gas natural.

En nuestro caso se plantea la utilización de dos ERS. Una de ellas se ubicaría cerca de la intersección de las Av. Santa Rosalía y Av. 9 de diciembre y alimentaría a las zonas N° 1 y 2 del distrito con una carga de 138 MPCD. La segunda estaría ubicada en la Av. 9 de diciembre, en las cercanías del cementerio de San Vicente y alimentaría a las zonas N° 3, 4, 5 y 6. Los caudales que suministrarían serían:

N° Estación de Regulación	Caudal proyectado (PCD)		
	Casco Antiguo	Nuevas Habilitaciones	Total
ERS 1	67 277	70 847	138 125
ERS 2	65 507	68 983	134 490
			272 615

3.6.1.4 Red de distribución

La red de distribución comprende los ductos que suministrarán el gas natural desde las Estaciones de Regulación Secundaria hasta las

acometidas o conexiones en puerta del usuario.

La red de distribución planteada se divide en: red de distribución principal y red de distribución secundaria; siendo la presión de operación nominal de 4 bar absolutos (Media Presión B) y el material de los ductos sería polietileno; material que minimiza el costo de la instalación y que es usualmente empleado con altos índices de eficiencia en la distribución de gas natural.

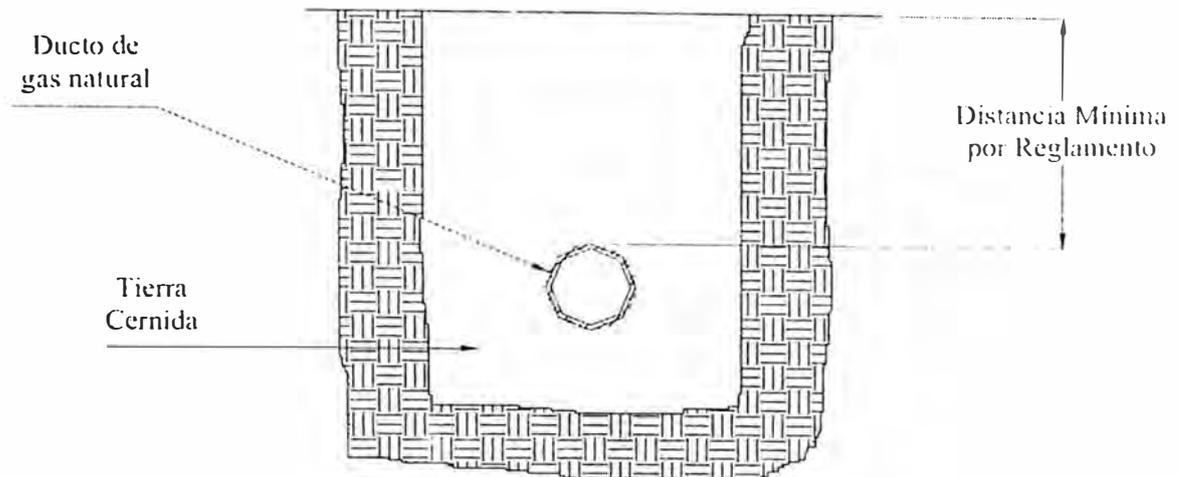
La red de distribución principal es el sistema de ductos que llevará el gas natural desde la ERS N° 1 a las zonas 1 y 2 (demanda de 138,13 MPCD) y desde la ERS N° 2 a las zonas 3, 4, 5 y 6 (demanda de 134,49 MPCD) a través de avenidas y calles principales en un sistema enmallado para efectos de equilibrar presiones. Esta red principal será de polietileno y su diámetro nominal de 1 1/4".

La red de distribución secundaria se ramificará a partir de la red de distribución principal y es la encargada de suministrar el gas natural a los usuarios dentro del casco urbano del distrito de San Vicente de Cañete a través de calles y avenidas. El material escogido es polietileno y el diámetro nominal de $\frac{3}{4}$ ".

La profundidad de las zanjas de colocación y distancias de los gasoductos seguirán las especificaciones de diseño, respetándose siempre una distancia mínima promedio de 60 cm entre el lomo de la tubería y la superficie, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Distribución de Gas Natural por red de Ductos (Ver Diagrama N° 2). Asimismo, la ejecución del planteamiento del sistema de distribución de gas natural deberá cumplir con las especificaciones y reglamentos de operación y seguridad respectivos.

Diagrama N° 2

Tendido de tuberías enterradas



3.6.1.5 Conexión a servicios domiciliarios

La conexión a servicios domiciliarios, denominada acometida, comprende los equipos y accesorios que conecta a la vivienda con la red de distribución secundaria, reduciendo la presión de distribución a niveles de utilización doméstica (0,04 bar absolutos). Asimismo, cabe mencionar que esta conexión deberá cumplir con lo especificado en el

Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos.

Los componentes principales para realizar la conexión a servicios domiciliarios son la válvula esférica, el regulador de baja presión y el medidor del usuario.

La válvula esférica, por lo general de hecha de bronce, y su diámetro será de $\varnothing 1/2''$ está habilitada para cumplir con la función de interrumpir o aislar el servicio domiciliario.

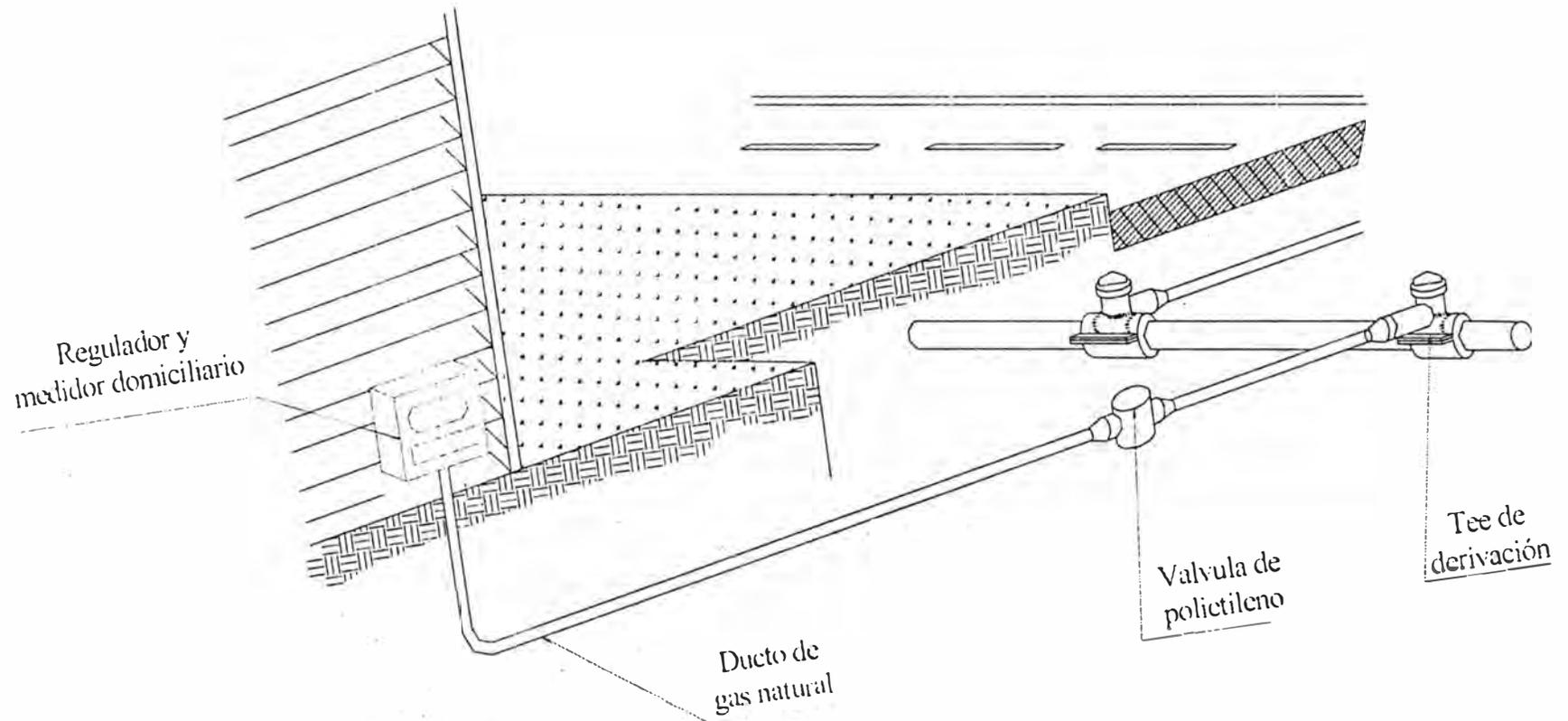
El regulador de baja presión es el dispositivo encargado de reducir la presión de distribución secundaria realizada a Media Presión B (distribución secundaria) a niveles de utilización doméstica. La presión de utilización a nivel domiciliario es de 0,04 bar. Este dispositivo cuenta con válvulas de cierre por

máxima y mínima presión que actúan ante condiciones inseguras de operación.

El medidor del usuario es el equipo que tiene por función medir el volumen de gas natural consumido por el usuario final. Es usual instalar antes de este equipo un accesorio de cierre que asegure la hermeticidad en caso de sobrepresión en la red.

Diagrama N° 3

Esquema de acometida domiciliar



3.6.1.6 Protección anticorrosiva

La protección anticorrosiva estará conformada por un revestimiento así como por una protección catódica, que sirven para proteger a las tuberías enterradas de la acción corrosiva ocasionada por los agentes químicos presentes en el terreno.

En este Informe de Suficiencia se plantea la habilitación enterrada del sistema de distribución. Las tuberías de polietileno empleadas en la red de distribución están fabricadas para trabajar a tales condiciones; es recomendable contar con un sistema de protección catódica para las tuberías de acero que conforman el gasoducto de alimentación principal, dependiendo de lo que se determine en el Estudio de Suelos, el cual no es materia de este Informe de Suficiencia y que se presentaría como requisito indispensable en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental en el

caso de la ejecución de las obras de habilitación de este sistema.

3.6.1.7 Sistema SCADA

La reglamentación peruana vigente indica que el sistema deberá contar con sistemas de telemetría para monitorear parámetros importantes del sistema en puntos estratégicos del mismo y transmitir estos parámetros al sistema SCADA.

De otro lado, este Informe de Suficiencia, como ya hemos mencionado, tiene por alcance el describir el planteamiento básico de un sistema de distribución de gas natural, centrándose en la determinación de indicadores principales; por lo que el desarrollo de los sistemas SCADA y de Telemetría escapan del análisis central de nuestro planteamiento. Mas, comentaremos las definiciones y consideraciones más

importantes de un sistema SCADA aplicado a un sistema de distribución de gas natural.

SCADA es el acrónimo de "Supervisory Control And Data Acquisition" que en Español se puede definir como "Sistema de Supervisión, Control y Monitoreo de Condiciones Operativas" y es un software especialmente diseñado para funcionar sobre computadoras personales en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, PLC, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla de la computadora.

En este tipo de sistemas usualmente se emplea una computadora, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. La comunicación se realiza mediante redes especiales y se ejecuta normalmente en

tiempo real; siendo diseñados para dar al operador la posibilidad de supervisar y controlar los procesos a su cargo.

Al contar con un sistema SCADA en el sistema de distribución, se contaría con las siguientes ventajas:

- ✓ Operaciones de control remotas y ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómeta, bajo ciertas condiciones.
- ✓ Interfaz gráfico del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se representa mediante sinópticos gráficos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete.

- ✓ Gestión y archivo de datos: se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- ✓ Comunicación en tiempo real: se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.
- ✓ Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.

Además, todas estas acciones se llevan a cabo mediante un paquete de funciones que incluye zonas de programación en un lenguaje de uso general (como C, Pascal o Basic), lo cual confiere una potencia muy elevada y una gran versatilidad. Algunos SCADA ofrecen librerías de funciones para lenguajes de uso general

que permiten personalizar de manera muy amplia la aplicación que desee realizarse.

En nuestro caso, y por reglamentación, debemos monitorear cuanto menos la presión y el flujo del sistema. Los puntos estratégicos serían la EMRP y las ERS N° 1 y 2; las cuales deben contar además con sistemas de detección de humo, gas natural, fuego y otros que sean aplicables, los cuales también deberán estar conectados al sistema SCADA, residente en la central de monitoreo, por medio de un sistema de telemetría, el cual emplearía señales de radio para enviar la información desde las estaciones hasta la central.

La empresa concesionaria que realice el suministro deberá considerar además un sistema de telemetría de modo que nunca se pierda el envío de señales desde los puntos de medición. De igual manera, deberá contarse

con equipos auxiliares de generación de energía eléctrica y de protección del sistema, para brindarle una alimentación eficiente de manera permanente.

3.7 Trabajos básicos a realizarse

El trabajo principal será el del tendido de los ductos del sistema de distribución en el casco urbano del distrito, el cual se realizará siguiendo el trayecto mostrado en el Plano N° 1. A continuación comentaremos brevemente lo que consideramos los pasos más relevantes en la ejecución de la obra planteada.

3.7.1 Trámite de permisos y autorizaciones

En etapa previa al desarrollo de un sistema de distribución de gas natural se deberá contar con todos los permisos y licencias correspondientes otorgados por las autoridades competentes, presentando un plan de trabajo con la programación de las obras a ejecutarse. Tal plan de trabajo debe programarse

luego haber estudiado los planos de redes de servicios públicos ya existentes en el distrito.

Asimismo, en esta etapa previa, es conveniente proveerse de los materiales, accesorios, soldaduras, elementos auxiliares, herramientas y equipos necesarios para el trabajo como para la inspección de los mismos. Cabe señalar que todos los materiales, elementos y accesorios empleados en el sistema de distribución deben haber sido previamente calificados para su utilización.

3.7.2 Trabajos de topografía

Por otro lado, la empresa contratista que lleve a cabo el tendido de los ductos del sistema de distribución deberá realizar un levantamiento topográfico para establecer las cotas de los puntos proyectados.

3.7.3 Derecho de vía

Una vez definidas los temas previos como la topografía del recorrido de los ductos y de haber recabado los permisos y autorizaciones, debe demarcarse el derecho de vía en zonas no urbanas, aproximadamente 25 a 30 m; en nuestro caso correspondería delimitar el área de trabajo dentro del casco urbano, habilitándose vías de acceso y corredores; tomándose las medidas necesarias para proteger la vegetación (árboles, jardines, etc) y las construcciones existentes

3.7.4 Materiales

Debe transportarse parte de los ductos y materiales necesarios para el tendido de la obra y almacenarlos en lugares previamente condicionados para evitar que su calidad sufra algún deterioro, especialmente con los ductos de polietileno, por ser un material poco resistente a impactos y su almacenamiento deberá hacerse preferentemente en lugares cerrados donde la temperatura no sobrepase los 40 °C o en su defecto

protegerlo con cubiertas para evitar la incidencia directa de los rayos solares.

En cuanto a los insumos, principalmente Diesel 2 y lubricantes, empleado en los equipos y maquinarias pesadas. El suministro de los insumos debe realizarse por medio de camiones cisterna, evitándose su almacenamiento en el área de ejecución.

3.7.5 Abertura de zanjas

Primero debe realizarse la abertura de zanjas a lo largo del recorrido de los ductos, excavándose con maquinaria y equipos adecuados a una profundidad que garantice la cobertura de los ductos y previendo medidas en caso de derrumbes de las paredes de las zanjas; debiéndose tener extremo cuidado al excavar en zonas en las que existan redes de servicios públicos.

Las zanjas contarán con una profundidad de 1,80 m a 2 m y un ancho promedio de 1m, de manera que se

cumpla, según normas ASME para sistemas de distribución enterrados, una distancia de 1,20 m desde el lomo del ducto enterrado hasta el nivel de la superficie.

Para el tendido, los ductos se colocan en línea a lo largo de la zanja sobre bancos de madera, para facilitar los trabajos a cargo del personal, quienes actuarán siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos, agilizando así el trabajo.

Considerando el caso planteado en este Informe, las actividades se realizarán dentro del casco urbano del distrito, por lo cual el tendido de los ductos deberá realizarse por medio de polines o equipos que permitan halar la fila de ductos, evitando causar daños a las redes de servicio públicos existentes.

Para los cambios de direcciones se emplearán accesorios de extremos previamente acondicionados; autorizándose, de ser el caso, realizar el curvado de

ductos en situaciones especiales, debiendo ser necesario que la longitud del ducto sea mayor al desarrollo de la curva.

Las obras a realizarse en el cruce de avenidas o vías importantes, pueden realizarse por medio del procedimiento denominado Microtunneling, que permite la instalación de ductos debajo de vías importantes sin la necesidad de excavar zanjas, manteniendo el transporte peatonal y automotriz.

Este procedimiento realiza la perforación horizontal del terreno, creando un túnel en el que se colocaría un segmento de ducto de protección, en material que por lo general es concreto armado, para luego, instalar el ducto de gas en su interior.

3.7.6 Unión de juntas e inspección

Para el sistema planteado, emplearemos procedimientos de soldadura y termofusión para la unión de juntas del gasoducto principal de acero al

carbono y de los ductos de polietileno respectivamente.

Previamente al proceso de soldeo, se procederá a limpiar las juntas y se calificará a los soldadores según norma API. Se requerirá una eficiencia de junta del 100%, para lo cual se empleará inspecciones por medio de Ensayos No Destructivos como son tintes penetrantes e inspección radiográfica; para lo cual se requerirá de inspectores calificados de amplia experiencia, quienes deberán tener el respectivo permiso del IPEN para manipular equipos radiactivos.

Estos métodos de inspección, revelado de placas y calificación de la junta seguirán los procedimientos de inspección establecidos así como las especificaciones de las normas API.

3.7.7 Tendido de ductos

Luego de haber realizado las uniones de los ductos del sistema de distribución, se procederá a su limpieza para luego bajar los ductos con cuidado de que no

sufra esfuerzos de tensión o flexión, para lo cual se emplearán grúas, poleas o equipo adecuado.

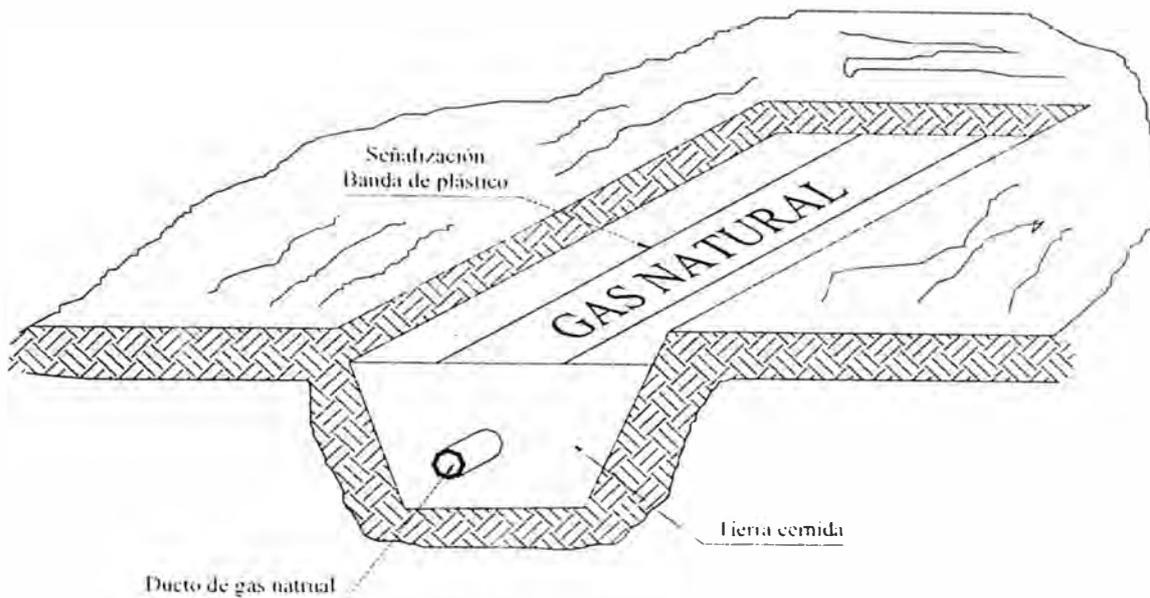
Los ductos descansarán sobre una cama soporte de arena cernida acondicionada en el fondo de la zanja; y al cubrir el ducto, la primera capa será también de arena cernida, libre de cascajo o elementos duros.

Luego, la zanja será llenada con material de relleno, teniendo presente que antes de completar el llenado de la zanja, a una distancia de 0,20 a 0,40 m del nivel de superficie se deberá colocar un malla o cinta de señalización para evitar que trabajos posteriores afecten las instalaciones de gas enterradas.

Una vez completado el relleno de la zanja, se procede a compactar el volumen enterrado y luego, de ser el caso, efectuar un rastrillado para realizar el resembrado de césped o vegetación sobre el terreno.

Diagrama N° 4

Señalización de ductos enterrados



3.7.8 Inspección del sistema de distribución

Con respecto a la inspección del sistema de distribución propiamente dicho, debe realizarse una prueba de estanqueidad hidrostática, para lo cual se deberá contar con agua tratada limpia, previamente tratada, para evitar contaminar los ductos. Esta prueba también se podría realizar con aire o gas inerte, tratados y libres de impurezas, con lo cual hablaríamos de una prueba neumática. En ambos

casos las zanjas deben permanecer aún abiertas para poder intervenir en caso de detectarse pronunciadas caídas de presión.

De otro lado, debe comprobarse el buen estado de los revestimientos, de las juntas de unión de los ductos, para lo cual deben prepararse formatos de inspección ocular y de órdenes de trabajo para facilitar el trabajo del inspector y no omitirse pasos en el procedimiento de inspección.

3.7.9 Tratamiento de residuos

Es prioritario manejar un plan de tratamiento de residuos, clasificando los desechos que se producirían en la ejecución de la obra en tipos como peligrosos y no peligrosos, sólidos y no sólidos y reciclables y no reciclables.

Así, en una primera etapa de la ejecución, se procedería al corte de material de concreto y asfalto, retirando inmediatamente el material de escombros. De

igual modo, en la habilitación de zanjas se debe proceder a retirar el terreno extraído con rapidez.

Estos materiales de desecho serán llevados a un centro de tratamiento de residuos para su reciclaje o a centros de acopio en áreas convenidas con la municipalidad para su deposición final.

3.8 Condiciones de seguridad en la ejecución de la obra y en las instalaciones de gas natural

En el presente Informe de Suficiencia presentaremos las condiciones y medidas de seguridad básicas a ser consideradas en el tendido de los ductos de un sistema de distribución de gas natural y en las instalaciones de gas natural. En estos dos puntos cabe destacar lo siguiente:

- ✓ El uso de gas natural es más seguro que el de GLP; debido a que ante una fuga, el gas natural se eleva a altura considerable, mientras que el GLP quedaría remanente a nivel del piso, posibilitando la formación de una mezcla explosiva aire-combustible. Este comportamiento se explica por que la densidad del gas

natural es menor que la del aire (62% de densidad relativa); mientras que con el GLP ocurre lo contrario (densidad mayor que la del aire).

- ✓ Las instalaciones de gas natural y facilidades empleadas para su distribución son muy seguras pues poseen los mecanismos y dispositivos de protección que aseguran la integridad de los equipos y, principalmente, de los usuarios.

Las medidas y consideraciones que se presentarán a continuación deberán ser consideradas por las compañía contratista encargada de la operación de suministro del gas en un Plan de Contingencias. Asimismo, deben considerarse los reglamentos vigentes así como normas de seguridad, las cuales estipulan las condiciones mínimas indispensables en un sistema como el planteado en este Informe de Suficiencia.

3.8.1 Medidas de seguridad en la ejecución de la obra

Las medidas de seguridad en la ejecución de la obra planteada tienen alta importancia dentro del desarrollo

del planteamiento. Así las consideraciones principales en cuanto a la seguridad son las siguientes:

- ✓ Identificar las zonas de mayor densidad y los horarios de mayor tráfico dentro del casco urbano del distrito.
- ✓ Se debe comunicar del inicio de los trabajos al menos con 24 horas de antelación para evitar inconvenientes en la ejecución del trabajo programado.
- ✓ Coordinar permanentemente con Defensa Civil, cuerpo de bomberos, policía, etc. sobre las actividades de trabajo a realizar, diseñándose campañas para familiarizar a clientes y público en general sobre las características del sistema de distribución de gas natural por red de ductos.
- ✓ Señalizar, colocar vallas protectoras, carteles, luces de advertencia, etc. en el área de ejecución del sistema advirtiendo sobre riesgos latentes en la ejecución de la obra, salvaguardando la seguridad de peatones y equipos.
- ✓ Uso de equipos de seguridad en la ejecución de la obra, tanto en el día como en la noche,

reduciendo las molestias en la zona de influencia del tendido de las tuberías.

- ✓ Planificar cambios de dirección del tráfico de las unidades de transporte señalizándolos oportunamente, principalmente en las avenidas o calles en las que se ejecuten obras principales.
- ✓ Se debe procurar mantener el acceso libre a propiedades y negocios. Asimismo, deben habilitarse corredores cada 50 metros como máximo.
- ✓ Las actividades de trabajo deben realizarse obligatoriamente con la indumentaria, equipos de protección y de trabajo adecuados para cada labor.

3.8.2 Medidas de seguridad en las instalaciones

En toda instalación que almacene o distribuya combustibles debe tenerse presente los peligros existentes. En nuestro caso, existen especificaciones que aseguran un aprovechamiento del gas natural dentro de estándares de calidad y de seguridad.

En este ítem, primeramente comentaremos dos de los riesgos de mayor probabilidad de ocurrencia en la industria del gas natural como son los incendios e intoxicaciones; y luego, al igual que en el acápite anterior, detallaremos las medidas de seguridad a considerar en las instalaciones de gas natural y en su empleo.

3.8.2.1 Incendios, detonaciones e intoxicaciones

Los incendios se producen debido a la combinación de cuatro factores esenciales:

- i. Combustible o agente reductor, que es el material susceptible de quemarse bajo condiciones determinadas. Cualquier material combustible, tal como madera, líquidos inflamables o gases inflamables, como en nuestro caso el gas natural, pueden ser el factor combustible.
- ii. Comburente o agente oxidante, que es el factor que hace posible que el combustible arda en su presencia.

Generalmente, el aire que respiramos contiene el 21% de oxígeno; para sostener la vida necesitamos cuanto menos una concentración de Oxígeno no menor a 16% y este es también el porcentaje mínimo para que el fuego se sostenga. El peróxido de sodio, el fluor, el cloro, el ácido nítrico fumante y el tetróxido de nitrógeno son agentes oxidantes que sumados al oxígeno mantienen la combustión.

- iii. Temperatura adecuada es el factor que permite desencadenar el fuego. Las fuentes pueden ser diversas, tales como: tuberías de conducción de vapor, chispas de soldadura, arcos y chispas de conductores eléctricos, fósforos, cigarrillos, etc. La temperatura debe ser la adecuada para iniciar la ignición del combustible.
- iv. Reacciones no inhibidas en cadena es el cuarto agente necesario para que un incendio se produzca. Este nuevo

concepto incide en la necesidad de que las reacciones químicas entre el combustible y el oxidante se sostengan sin obstáculo. Este concepto explica el porqué en la extinción de algunos tipos de fuego el polvo químico seco de potasio es más efectivo que el polvo químico seco de sodio para iguales usos. El potasio, que es más activo que el sodio, obstaculiza más la reacción en cadena entre combustible y oxidante, combatiendo más efectivamente el fuego.

Asimismo, la clasificación de los fuegos es la siguiente:

- i. Fuego Clase "A". Los fuegos de este tipo ocurren en materiales combustibles ordinarios, tales como madera, tela, papel, etc.
- ii. Fuego Clase "B". Ocurren en la mezcla de gases o vapores de líquidos combustibles y el aire.

- iii. Fuego Clase "C". Ocurren en instalaciones de eléctricos energizados.
- iv. Fuego Clase "D". Los fuegos de este tipo ocurren en metales combustibles, tales como el zirconio, magnesio, sodio y titanio.

Cuando se produce la inflamación de una mezcla gas combustible – comburente, la inflamación se propaga a una velocidad en el seno de la mezcla que depende de la composición de la mezcla, de su temperatura y presión, del estado de agitación y a veces de la forma y dimensiones del recinto ocupado por la mezcla. La propagación puede efectuarse de dos formas diferentes:

- i. Por deflagración, cuando la velocidad de propagación es inferior a la del sonido. En este caso, tal velocidad es del orden de los centímetros por segundo (velocidad de combustión de un quemador de cocina) hasta los 340 m/s (velocidad del

sonido en condiciones normales). En el caso de que la velocidad de propagación sea cercana, pero siempre inferior a la del sonido, tal deflagración se denominará explosión.

- ii. Por detonación, cuando la velocidad de propagación es igual o superior a la del sonido. En esta caso la velocidad de propagación es constante y siempre superior a la del sonido, entre 1000 y 4000 m/s; la presión de la onda oscila entre 20 y 40 bar y sus efectos son devastadores. Cabe mencionar que las mezclas metano – aire son incapaces de detonar, lo cual no significa que no pueda originar daños, como por ejemplo debido a una explosión o autoinflamación.

En cuanto a las intoxicaciones, debemos comentar que todos los gases son asfixiantes, vale decir desplazan el aire, privándonos del oxígeno. El grado de toxicidad de un gas

combustible viene determinado, en general, por la cantidad de monóxido de carbono (CO) que contiene, que es una sustancia venenosa debido a que imposibilita el transporte de oxígeno a los tejidos; por lo que se denominaría asfixia cuando el gas no contiene CO y envenenamiento en el caso de que si lo contenga.

Los riesgos de intoxicación debido a los productos de la combustión, como son el vapor de agua, CO₂ y CO, disminuyen con una adecuada ventilación. Los primeros síntomas de intoxicación son zumbidos en los oídos, gusto dulce en la boca, mareo, opresión en el pecho, sensación de asfixia, vómitos, temblores, sueño y aumento de pulsaciones. A esto le sigue pérdida de fuerza en brazos y piernas. Los principios de intoxicación son comparables con los de embriaguez.

3.8.2.2 Medidas preventivas básicas a tomarse en las instalaciones

Como hemos mencionado, un incendio se produce al presentarse los cuatro factores esenciales que generan el fuego, por lo que al suprimir cualquiera de ellos el fuego cesará.

En general, las recomendaciones que deben adoptarse para prevenir incendios son las siguientes:

- ✓ No fumar dentro de las instalaciones.
- ✓ No deben acercarse llamas.
- ✓ No deben provocarse chispas o proyectarse material incandescente.
- ✓ Las herramientas que se utilicen deben ser antichispa y el material de alumbrado adecuado.
- ✓ Las instalaciones eléctricas y los equipos deben estar en buen estado y según el reglamento correspondiente.

- ✓ Deben ventilarse los locales en los cuales se efectúen trabajos con tuberías, instalaciones o aparatos de gas.
- ✓ Debe evitarse la entrada de aire en las tuberías.

En el caso específico de detectarse una fuga de gas, además de las precauciones citadas anteriormente se debe agregar:

- ✓ No deben activarse interruptores eléctricos salvo que sean antideflagrantes.
- ✓ No deben conectarse o desconectarse tomas de corriente.
- ✓ No debe tocarse el timbre.
- ✓ En el caso de riesgo de producirse chispas eléctricas intempestivas como puede ser la puesta en marcha de un motor, debe interrumpirse el suministro eléctrico del local desde un punto de corte situado fuera de la presencia del gas.

- ✓ No debe descolgarse el teléfono, aún cuando este suene.
- ✓ Nunca debe utilizarse una llama para detectar fugas. El método apropiado es emplear una solución jabonosa.

Es importante acotar que si bien el fuego puede ser de un tipo determinado, este puede generar otros tipos, por lo que se debe conocer la naturaleza de cada uno de ellos para combatirlos y principalmente prevenirlos. Así, los agentes extintores empleados según el tipo de fuego son los siguientes:

- i. Contra fuego clase "A" el agente extintor comúnmente usado es el agua, la cual enfría (combate el agente temperatura) y apaga el fuego. Los fuegos de esta clase son también extinguidos mediante productos químicos secos; estos proveen una extinción rápida de las llamas y forma una capa de inhibidora de fuegos que evita el reencendido.

- ii. Contra fuego clase "B" es necesario un efecto aplacador o inhibidor para extinguir este tipo de fuegos. Productos químicos secos, espuma, líquidos vaporizantes, bióxido de carbono y agua en forma de rocío fino pueden ser usados como agentes extintores de acuerdo a las circunstancias del fuego. Es peligroso usar agua como torrente sólido en un fuego de este tipo con combustibles líquidos porque puede esparcir el combustible.
- iii. Contra fuego clase "C" deben usarse agentes extintores no conductores tales como productos químicos secos, bióxido de carbono o líquidos vaporizantes. La espuma, el agua (excepto como cortina en forma de rocío) y agentes extintores del tipo del agua son conductores de la electricidad y su uso podría herir o matar a la persona que use el extintor y también causar daños irreparables a la instalación eléctrica.

- iv. Contra fuego clase "D" han sido desarrollados agentes y equipos extintores, así como técnicas especializadas. Los agentes extintores normales no deben utilizarse contra los fuegos metálicos porque en la mayoría de los casos existe el peligro de aumentar la intensidad del fuego a causa de una reacción química entre algunos agentes extintores y el metal combustible.

La clasificación de los fuegos es importante, ya que determina la manera de cómo el fuego debe combatirse. Peor el conocimiento de las clases de fuegos no es suficiente; la verdadera protección contra fuegos significa el conocimiento de los mismos amparados por equipos extintores y detectores de buena calidad. Entre los principales tenemos:

- i. Extintores de agua; que poseen por lo general una capacidad de 2,5 galones. Este tipo de extintor es efectivo en los

fuegos clase "A". Es representado por un triángulo equilátero de fondo verde con la letra "A" en el centro.

- ii. Extintor de polvos químicos; que es un extintor portátil, activados por cartuchos y con lanza o boquilla totalmente abierta. Es representado por un cuadrado de fondo rojo y una letra "B" central.
- iii. Extintor de gas comprimido; los más comunes son los de anhídrido carbónico (CO₂). Este tipo de extintor se emplea fundamentalmente contra fuegos clase "C" y se representa por un círculo de fondo azul con una "C" en la parte central.
- iv. Extintores de polvos químicos especiales, cuyo diseño es similar al extintor de polvo activado por cartuchos. Se representa por una estrella de fondo amarillo con la letra "D" en la parte central.
- v. Detectores de gas; que son dispositivos que nos indican la presencia de gas en combinación con el aire ambiente. Existen

dos tipos: los detectores de gas propiamente dicho que miden la concentración de gas en el aire ambiente; y los explosímetros que miden la concentración del gas al límite inferior de inflamabilidad de la mezcla aire – gas.

En el siguiente cuadro presentamos los agentes extintores adecuados para combatir un fuego originado por la presencia de gas como combustible:

Agente extintor	Fuego provocado por gas
Agua a chorro	Inaceptable
Agua pulverizada (rocío)	Bueno
Espuma	Inaceptable
Polvo polivalente	Bueno
Polvo seco	Bueno
Polvo CO ₂	Inaceptable
Halones	Bueno

En cuanto a las medidas a considerar contra las intoxicaciones que pudiesen ocurrir en las instalaciones de gas natural, primero identificar los síntomas de intoxicación y si esta es grave, el individuo pierde el conocimiento; esta inconciencia es peligrosa y debe sacársele de este estado cuanto antes, aún por métodos violentos, pues de persistir este estado comatoso, puede sobrevenir la muerte.

Como hemos mencionado, la intoxicación por CO imposibilita el transporte de oxígeno a los tejidos, y dicha ausencia de oxígeno por más de 10 minutos puede ocasionar lesiones graves permanentes en el cerebro; por consiguiente, la medida es procurar rápidamente la renovación de la sangre.

En estos casos se debe proceder como sigue:

- ✓ Se retirará la víctima de la atmósfera contaminada, evitando su enfriamiento.
- ✓ Si ha perdido el conocimiento, se le deberá brindar respiración artificial.
- ✓ Cuando reaccione se le dejará respirar aire puro y deberá respirar aire puro en el caso de que la respiración decaiga.
- ✓ Procurar que por ningún motivo duerma.
- ✓ Podrá tomar café bien caliente, jamás alcohol.
- ✓ No deberá tomar aspirinas ni otros estimulantes.
- ✓ Deberá permanecer en reposo sin dormir.

3.9 Ventajas del gas natural como combustible alternativo

Como hemos mencionado anteriormente, las principales ventajas del gas natural frente a otros combustibles son: 1) el hecho de que el gas natural es un combustible económico; 2) que el gas natural es un combustible ecológico por excelencia pues, comparativamente, su combustión es más limpia que otros combustibles.

En cuanto al aspecto de la seguridad industrial, es necesario cumplir con las exigencias de la normatividad vigente para sistemas de distribución de gas natural en las instalaciones, equipos de control, equipos de medición y en la habilitación del sistema.

3.9.1 Ventajas económicas

Entre las más saltantes podemos nombrar las siguientes:

- ✓ Menor precio que los combustibles tradicionales.
- ✓ Suministro sin interrupciones las 24 horas del día.
- ✓ Incrementa la eficiencia en procesos de generación.
- ✓ Reducción de costos de operación.
- ✓ Reduce costos de mantenimiento al facilitar la limpieza y conservación de equipos y quemadores de gas.
- ✓ Conexión simple a través de tuberías y facilidades de suministro.

- ✓ Sustitución directa de combustibles tradicionales, principalmente del GLP y Kerosene; reduciendo sus importaciones y mejorando la balanza comercial de hidrocarburos.
- ✓ No requiere inventarios (almacenamiento).
- ✓ Permitirá un ahorro aproximado para los beneficiarios del suministro aproximadamente en un 30% de los gastos en energía con respecto al empleo de otras fuentes.

A manera de ejemplo, mostramos en un cuadro comparativo los costos de hervir 5 litros de agua con gas natural, Kerosene, GLP y electricidad. Los supuestos son los siguientes:

Temperatura inicial	T_o	=	20 °C
Masa de agua	m	=	5 kg
Temperatura final	T_f	=	100 °C
Calor específico del agua	C_e	=	4,1819 J/g-K

El calor necesario para elevar la temperatura de 5 l de agua hasta 100 °C es:

Calor	Q	=	1 669 414 J
	Q	=	1 584 BTU

Luego los costos por cada recurso energético son los que se muestran en el Cuadro N° 17.

Cuadro N° 17
Costo de Hervir 5 l de Agua

Fuente	\$ / MMBTU ⁽²⁾	Costo (ctv US \$)	Ahorro
Gas Natural	5,5	0,87	--
Kerosene	12,0	1,90	54%
GLP	17,0	2,69	68%
Energía eléctrica	31,1	4,93	82%

Del cuadro anterior, observamos que el costo de hervir 5 l de agua usando gas natural representa el 46% del costo de utilizar Kerosene; el 32% del costo de utilizar GLP y el 18% del costo de emplear energía

(2) Fuente:

Precios al público de Kerosene y GLP: INEI –Enero 2002

Precio al público del gas natural: Talara – Agosto 2001

Precio de la energía eléctrica: OSINERG – Tarifa BT5B Febrero 2002

TC = S/ 3,45 / US \$

eléctrica; razón por la cual resulta más económico emplear gas natural como combustible doméstico para uso de cocción.

3.9.2 Ventajas ambientales

El gas natural posee ventajas en el aspecto ambiental, entre las cuales destacan las siguientes:

- ✓ Debido a su mayor relación Carbono Hidrógeno, el gas natural en su combustión produce cantidades mínimas de monóxido de carbono (CO).
- ✓ Emite una cantidad ínfima de gases de efecto invernadero (GEI), preservando la calidad del aire,
- ✓ La emisión de bióxido de carbono es prácticamente despreciable, el cual es agente directo en la presencia de la lluvia ácida.
- ✓ No produce desechos sólidos (cenizas).
- ✓ El gas natural es inodoro e incoloro.

En la siguiente tabla presentamos los factores de emisión de contaminantes publicados por la EPA (Agencia de Protección Ambiental – USA):

Cuadro N° 18
Tabla de factores de emisión de contaminantes

Contaminante	Emisiones		
	GLP (lb / 10 ³ gal)	Kerosene (lb / 10 ³ gal)	Gas Natural (lb / 10 ⁶ PC)
Partículas	0,47	2,5	5,0
CO	1,9	5,0	20,0
NOx	9,4	18,0	100,0
Hidrocarburos	0,5	0,713	5,3
SO ₂	0,06	11,36	0,6

Fuente: Environmental Protection Agency (USA)

A continuación compararemos la cantidad de contaminantes emitidos durante el año 2020 (año de alcance del planteamiento) por el GLP, Kerosene y gas natural.

Así tenemos que al año 2020 la demanda es la siguiente:

Demanda global diaria	=	272 615 PCD
Demanda global anual	=	99 504 327 pies cúbicos
Poder Calorífico	=	1 073 BTU / pie cúbico

Luego calcularemos el gasto energético que significa emplear 99,5 MMPCD durante el año 2020:

$$\text{Gasto energético al 2020} = 0,1067 \times 10^{12} \text{ BTU}$$

Finalmente calcularemos los volúmenes de Kerosene y GLP necesarios para cubrir el gasto energético despachado por el gas natural; y con dichos volúmenes estimaremos la cantidad de contaminantes emitidos durante el año 2020 para un mismo requerimiento energético. De lo anterior, el cuadro resultante es el siguiente:

Cuadro N° 19

Comparación de las emisiones del GLP, Kerosene y Gas Natural al año 2020 en el casco urbano del distrito

Contaminante	Emisiones		
	GLP (libras)	Kerosene (libras)	Gas Natural (libras)
Partículas	513	1 976	498
CO	2 074	3 951	1 990
NOx	10 261	14 225	9 950
Hidrocarburos	546	563	527
SO ₂	62	8 978	60

En el cuadro anterior apreciamos que el gas natural presenta los mejores resultados ambientales al emitir menor cantidad de contaminantes que el GLP y que el Kerosene. Por lo tanto, la utilización del gas natural como combustible doméstico para uso de cocción implica una notable disminución en la emisión de contaminantes a la atmósfera, lo cual contribuiría a elevar el nivel de vida de la población.

4

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

En este capítulo detallaremos las características técnicas básicas del sistema de distribución planteado. Comentaremos primeramente las consideraciones que han sido tomadas para efectuar los cálculos correspondientes; presentaremos los cálculos efectuados y la selección de los equipos y ductos en base a los resultados obtenidos en los cálculos. Asimismo, comentaremos el trabajo básico de campo relacionado con el tendido de las redes de distribución del sistema, el cual debe ceñirse a lo estipulado en el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, y finalmente describiremos la inspección que debe realizarse al sistema antes de proceder a su habilitación.

- 4.1 Consideraciones tomadas en el cálculo de los parámetros principales del sistema de distribución
 - i. La ecuación que hemos empleado para determinar las secciones de los ductos en el sistema de distribución

planteado es la ecuación de Panhandle, la cual es muy utilizada por los proyectistas para diseñar ramales en la distribución de gas por red de ductos. La ecuación de Panhandle es la siguiente:

$$Q = 737 \times \left(\frac{T_o}{P_o} \right)^{1,02} \times D^{2,53} \times \left[\frac{P_1^2 - P_2^2}{GE^{0,961} \times LE \times Z_m \times T_m} \right]^{0,51} \times E \quad (1)$$

Para nuestros fines es necesario determinar la sección de los ductos de distribución, por lo que de la relación anterior despejaremos el diámetro interior "D", con lo que nuestra fórmula de cálculo sería:

$$D = \left(\frac{Q}{737 \times E} \right)^{0,3953} \times \left(\frac{P_o}{T_o} \right)^{0,4032} \times \left[\frac{GE^{0,961} \times LE \times Z_m \times T_m}{P_1^2 - P_2^2} \right]^{0,2016} \quad (2)$$

Donde:

D	=	Diámetro interior del gasoducto (pulg)
Q	=	Gasto o caudal (pie ³ /día)
E	=	Eficiencia de transporte
T _o	=	Temperatura base (519,67 °R)
P _o	=	Presión base (14,7 psia)
P ₁	=	Presión inicial (psia)
P ₂	=	Presión final (psia)
GE	=	Gravedad específica
LE	=	Longitud equivalente de la tubería (millas)

Zm = Factor de supercompresibilidad
 Tm = Temperatura media (°R)

- ii. Como ya hemos mencionado, el gas natural que se distribuiría a través del sistema de red de ductos en el casco urbano del distrito de San Vicente sería el gas proveniente del lote 88 (yacimiento Camisea).

Por lo anterior, hemos considerado para el cálculo en las relaciones expuestas en (i) las características y propiedades que se detallan en el Contrato de Explotación; las cuales, como hemos mencionado anteriormente, son referenciales pues las reales serán medidas cuando se inicien las operaciones de extracción comercial del gas en el lote. Así tenemos que:

Gravedad específica	GE	=	0,6109
Factor de supercompresibilidad	Zm	=	0,9971

Para el caso de la temperatura media a la que sería transportado el gas, hemos considerado la temperatura máxima detallada en el Contrato de Explotación que es de 50 °C; esta temperatura determina una sección más crítica en el

transporte del gas, maximizando la sección del ducto. La temperatura media sería:

$$\text{Temperatura media (}^{\circ}\text{R)} \quad T_m = 581,67 \text{ }^{\circ}\text{R}$$

Asimismo, el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos estipula que el volumen de gas natural distribuido será corregido a condiciones normales de presión y temperatura (1 atm y 60 °F). De lo anterior, hemos considerado tales condiciones como bases para el cálculo. Así tenemos que valores de temperatura y presión bases reemplazadas en las fórmulas descritas en (i) son las siguientes:

$$\begin{array}{lll} \text{Temperatura base} & T_o & = & 519,67 \text{ }^{\circ}\text{R} \\ \text{Presión base} & P_o & = & 14,69 \text{ psia} \end{array}$$

- iii. El factor "E" considera la eficiencia de transporte referente a las pérdidas presentes en todo sistema y que son diferentes a las pérdidas principales y secundarias, las cuales ya han sido consideradas dentro del cálculo por medio del empleo de la longitud equivalente.

En el diseño de red de ductos para sistemas de distribución de gas natural, el valor de "E" oscila entre 85% y 92%, dependiendo del estado de los ductos. En nuestro caso hemos considerado un valor conservador:

$$\text{Eficiencia de transporte} \quad E = 0,90$$

- iv. En el caso específico de nuestro planteamiento hemos considerado el terreno como sensiblemente horizontal debido a que las inclinaciones o pendientes del terreno, por ser una habilitación en la costa, no son tan pronunciadas como lo son los terrenos en la sierra. Para incorporar la influencia de la pendiente del terreno sería necesario emplear la ecuación de Panhadle modificada.

- v. En los cálculos de las secciones de los ductos del sistema de distribución planteado se ha considerado el concepto de longitud equivalente; consideración que tiene por finalidad compensar la pérdida de carga producida por el rozamiento del gas natural con las paredes de los ductos al circular por el sistema (pérdidas principales), y también por la pérdida producida en los accesorios de la misma (pérdidas

secundarias). En ese sentido, se consideró un incremento de la longitud real del 20%, vale decir que la longitud equivalente representa el 120% de la longitud real, y tiene por finalidad cubrir las pérdidas antes mencionadas.

Cabe mencionar que el porcentaje empleado es usualmente empleado por los proyectistas por brindar un margen de tolerancia aceptable al momento de realizar cálculos basados en información secundaria, el cual es nuestro caso.

En el cálculo de la sección del gasoducto principal de alimentación se tuvo en cuenta una caída de presión promedio máxima, la cual fue tomada de gasoductos troncales en operación semejantes al gasoducto planteado de acuerdo a su nivel de presión operativa (AP I - 10 bar absolutos). Esta caída de presión promedio máxima es de **1 kg/cm² (0,98 bar) por km de ducto**, y es aplicable para altas presiones, y en ductos de distribución de gas natural tendidos sobre terrenos sensiblemente horizontales (pendiente despreciable).

De lo anterior, la relación que emplearemos para el cálculo de las presiones entre dos puntos del gasoducto principal de alimentación será:

$$P_2 = P_1 - L_{1-2} \times \overline{\Delta P_g} \quad (3)$$

Donde:

P_1	=	Presión en el punto de partida "1" (bar absoluto)
P_2	=	Presión en el punto de llegada "2" (bar absoluto)
L_{1-2}	=	Longitud de la tubería entre los puntos "1" y "2" (km)
ΔP_g	=	Caída de presión promedio entre los puntos "1" y "2" del gasoducto principal

- vi. En el cálculo de las secciones de las redes de distribución de gas natural principal y secundaria hacia los domicilios, hemos considerado una caída de presión de **1 mbar por conexión**, que, según normas, es el valor de la pérdida de carga máxima que una acometida domiciliaria puede tolerar.

Hemos adoptado el valor máximo permisible de la caída de presión por acometida pues es un valor que nos presenta el caso menos favorable de modo que podamos seleccionar una sección de ducto que optimice la distribución. Cabe recalcar

que este valor es aplicable para sistemas de distribución de gas natural por red de ductos a presiones medias (MP B – 4 bar absolutos) y sobre terrenos sensiblemente horizontales.

Así tenemos que la relación para el cálculo de la caída de presión en los ductos de distribución de gas natural es:

$$P_2 = P_1 - Nz \times \overline{\Delta P_d} \quad (4)$$

Donde:

P_1	=	Presión en el punto de partida "1" (bar absoluto)
P_2	=	Presión en el punto de llegada "2" (bar absoluto)
Nz	=	Número de conexiones en las zonas de distribución de la ERS
ΔP_d	=	Caída de presión promedio máxima por conexión (1 mbar / conexión)

- vii. Asimismo, para determinar las secciones de las redes de distribución de gas natural hemos considerado para el cálculo la longitud menos favorable, que corresponde al tramo de ducto de mayor longitud, por cada zona de distribución de modo que en el cálculo presentemos el caso menos favorable por las razones expuestas anteriormente.

- viii. Luego de seleccionar los diámetros de los ductos a emplearse en el sistema de distribución, se debe comprobar que la velocidad del fluido no exceda de 20 m/s, esto debido a que una velocidad más elevada produciría ruidos en las instalaciones.

La relación empleada es la siguiente:

$$V = 17,45972 \times \left(\frac{T_1 \times Z_1 \times Q}{P_1 \times D^2} \right) \quad (5)$$

Donde:

V	=	Velocidad del gas (m/s)
T ₁	=	Temperatura base (°R)
Z ₁	=	Factor de supercompresibilidad
Q	=	Gasto o caudal (pie ³ /día)
P ₁	=	Presión de lanzamiento (psia)
D	=	Diámetro interior del gasoducto (pulg)

- ix. Empaque o almacenamiento natural de un gasoducto

$$Vol = \frac{Vg \times Pm \times T_0}{P_0 \times Tm \times Zm} \quad (6)$$

Vol	=	Empaque o almacenamiento (pie ³)
Vg	=	Volumen geométrico de la tubería (pie ³)

P_m	=	Presión medio del gasoducto de acuerdo a P_1 y P_2 (psia)
T_o	=	Temperatura base (519,67 °R)
P_o	=	Presión base (14,7 psia)
T_m	=	Temperatura media del gasoducto de acuerdo a T_1 y T_2 (°R)
Z_m	=	Factor de supercompresibilidad

4.2 Cálculos efectuados

Presentaremos a continuación los cálculos que fueron realizados para determinar las caídas de presión y las secciones de los ductos del sistema.

4.2.1 Cálculo de la caída de presión en el sistema

Las caídas de presión en el sistema serán evaluadas en el gasoducto principal de alimentación y en la red de distribución del sistema.

4.2.1.1 Gasoducto principal de alimentación

De acuerdo a lo establecido en 4.1 ítem (vi), aplicaremos la relación (3). Las longitudes consideradas en el cálculo de la caída de presión en los puntos principales del

gasoducto principal han sido extraídos del Plano N° 1 (ESC: 1/5000). Estos puntos son:

Punto "A": Ubicación de la Estación de Medición y Regulación de Presión

Punto "E": Ubicación de la Estación de Regulación Secundaria N° 1

Punto "H": Ubicación de la Estación de Regulación Secundaria N° 2

Así tenemos que:

Punto / Trayecto	Longitud (km)	Presión (bar)	Δ Presión (bar)
A	--	10	--
A - E	1,68	--	1,64
E	--	8,36	--
E - H	1,09	--	1,07
H	--	7,29	--

Donde la presión en "A" corresponde a la presión a la salida de la EMRP y las presiones

en "E" y "H" a las presiones de ingreso a las ERS N° 1 y 2 respectivamente.

4.2.1.2 Red de distribución

Para determinar la caída de presión máxima en las redes de distribución principal y secundaria aplicaremos la relación (4), definida en 4.1 ítem (vii).

En el caso de la distribución principal debemos totalizar el número de conexiones por ERS; número que ha sido estimado en el capítulo 3 (Ver Cuadro N° 15) y que incluye las nuevas conexiones necesarias para abastecer la demanda que surgiría a raíz de la expansión demográfica y geográfica del distrito en el horizonte de evaluación. Con tal información estimaremos la caída de presión máxima y la presión mínima en las redes N° 1 y 2 que serán abastecidas por las ERS N° 1 y 2 respectivamente. En el siguiente cuadro

presentamos el resumen de las caídas de presión en ambos casos:

Punto	# Conexiones	Presión (bar)	Δ Presión (bar)	Presión mínima abastecida (bar)
E	--	4	--	--
Red N° 1	2 602	--	2,60	1,40
H	--	4	--	--
Red N° 2	2 535	--	2,54	1,46

Donde las presiones "E" y "H" corresponden a las presiones a la salida de la ERS N° 1 y 2 respectivamente. Las redes N° 1 y 2 son las redes de distribución principales alimentadas por las ERS N° 1 y 2.

En el caso de la distribución secundaria, primero debemos totalizar las conexiones existentes por sectores, estimadas empleando un promedio de 11 conexiones por cuadra, y con la relación (4) determinar la caída de presión máxima en los sectores de consumo.

Para determinar las presiones mínimas por sectores en las redes de distribución secundarias N° 1 y 2 asumiremos la caso menos favorable, esto es calcular la presión mínima de suministro, que es el resultado de restar a la presión mínima de la red de distribución principal la caída de presión máxima.

Las presiones mínimas, así como las caídas de presión máximas que soportará la Red N° 2 (red de distribución secundaria que estará alimentada por la ERS N° 2) se presentan en el cuadro siguiente.

Zona	Sector	P min Red Principal (bar)	# Usuarios	ΔP máxima (bar)	P min Red Secundaria (bar)	Red Principal
Zona 1	A	1,40	356	0,36	1,04	Red N° 1 (ERS 1)
	B	1,40	145	0,15	1,25	
Zona 2	A	1,40	456	0,46	0,94	
	B	1,40	145	0,15	1,25	
	C	1,40	167	0,17	1,23	
Zona 3	A	1,46	289	0,29	1,17	
	B	1,46	111	0,11	1,35	
	C	1,46	167	0,17	1,29	
Zona 4	A	1,46	256	0,26	1,20	
	B	1,46	122	0,12	1,34	
Zona 5	A	1,46	44	0,04	1,42	
	B	1,46	133	0,13	1,33	
Zona 6	A	1,46	111	0,11	1,35	
		Total	2502			

4.2.2 Cálculo de las secciones de los ductos

En el cálculo teórico de las secciones de los ductos, tanto para el gasoducto principal como para los ductos de distribución, emplearemos la ecuación (2), empleando los valores de las variables que hemos definido en 4.1 en los ítem (ii) y (iii) y que consideraremos constantes en todo lo referente a la determinación de los diámetros de los ductos. Estos valores son:

GE	=	0,6109
Zm	=	0,9971
Tm	=	581,67 °R
E	=	0,90
Po	=	519,67 °R
To	=	14,69 psia

De lo anterior y según la Ecuación de Panhadle, para nuestro caso la determinación de las secciones de los ductos dependería de cuatro variables: el caudal Q, las presiones P1 y P2 y la longitud equivalente del gasoducto LE. Las secciones nominales (comerciales)

de los ductos han sido seleccionadas de catálogos de los fabricantes y se muestran en el acápite 4.3, sabiendo que los ductos del gasoducto principal de alimentación serían seleccionadas en acero al carbono y los de las redes de distribución principal y secundaria serían seleccionadas en polietileno.

4.2.2.1 Gasoducto principal de alimentación

Realizaremos el cálculo teórico de los diámetros teóricos en los tramos A – E y E – H del gasoducto principal. Así tenemos que para el cálculo de la sección del tramo A-E del gasoducto de alimentación principal emplearemos los siguientes datos:

$$\begin{aligned}
 Q_{\max} &= 272\,615 \text{ pie}^3/\text{día} \\
 P_A &= 145,07 \text{ psia (10,0 bar)} \\
 P_E &= 121,24 \text{ psia (8,36 bar)} \\
 LE_{A-E} &= 1,25 \text{ millas}
 \end{aligned}$$

Donde:

Q_{\max} , es el caudal máximo que sería suministrado por el sistema (Ver Cuadro N° 14 – Capítulo 3)

P_A , es la presión en el punto de partida "A" donde se ubicaría la EMRP (Ver Plano N° 1)

P_E , es la presión en el punto de llegada "E" donde se ubicaría la ERS N° 1 (Ver Plano N° 1)

L_{A-E} , es la longitud equivalente en millas entre "A" y "E"

Luego, reemplazando en (2) obtenemos:

$$D_{A-E} = 1,49 \text{ pulg (37,97 mm)}$$

Análogamente, en el caso del tramo E-H:

$$\begin{aligned} Q &= 272\,615 \text{ pie}^3/\text{día} \\ P_E &= 121,24 \text{ psia (8,36 bar)} \\ P_H &= 105,74 \text{ psia (7,29 bar)} \\ LE_{E-H} &= 0,82 \text{ millas} \end{aligned}$$

Donde:

Q , es el caudal máximo que sería suministrado por el sistema (Ver Cuadro N° 14 – Capítulo 3)

P_E , es la presión en el punto de partida "E" donde se ubicaría la ERS N° 1 (Ver Plano N° 1)

P_H , es la presión en el punto de llegada "H" donde se ubicaría la ERS N° 2 (Ver Plano N° 1)

L_{E-H} , es la longitud equivalente en millas entre "E" y "H"

Luego, reemplazando en (2) obtenemos:

$$D_{E-H} = 1,55 \text{ pulg (39,30 mm)}$$

4.2.2.2 Red de distribución principal

Como ya hemos detallado, la red de distribución principal se dividirá en las Redes N° 1 y 2 que serán abastecidas desde las ERS N° 1 y 2 respectivamente.

Para la Red N° 1 los datos empleados en el cálculo son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 Q_{ERS\ 1} &= 138\ 125\ \text{pie}^3/\text{día} \\
 P_{E1} &= 58,03\ \text{psia}\ (4,00\ \text{bar}) \\
 P_1 &= 20,27\ \text{psia}\ (1,40\ \text{bar}) \\
 LE_{E1-1} &= 1,12\ \text{millas}
 \end{aligned}$$

Donde:

$Q_{ERS\ 1}$, es el caudal máximo que sería suministrado por la ERS N° 1 a través de la Red N° 1 (Ver Cuadro N° 15 – Capítulo 3)

P_{E1} , es la presión a la salida de la ERS N° 1 (Ver Plano N° 1)

P_1 , es la presión mínima que se presentaría en la Red N° 1

LE_{E1-1} , es la longitud equivalente en millas menos favorable en la Red N° 1

Reemplazando en (2) tenemos:

$$D_{RED\ 1} = 1,30\ \text{pulg}\ (33,12\ \text{mm})$$

Para la Red N° 2 los datos empleados en el cálculo son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 Q_{ERS\ 2} &= 134\ 490\ \text{pie}^3/\text{día} \\
 P_{H1} &= 58,03\ \text{psia}\ (4,00\ \text{bar}) \\
 P_2 &= 21,26\ \text{psia}\ (1,47\ \text{bar}) \\
 LE_{H1-2} &= 1,23\ \text{millas}
 \end{aligned}$$

Donde:

$Q_{ERS\ 2}$, es el caudal máximo que sería suministrado por la ERS N° 2 a través de la Red N° 2 (Ver Cuadro N° 15 – Capítulo 3)

P_{H1} , es la presión a la salida de la ERS N° 2 (Ver Plano N° 1)

P_2 , es la presión mínima que se presentaría en la Red N° 2

LE_{H1-2} , es la longitud equivalente en millas menos favorable en la Red N° 2

Reemplazando en (2) tenemos:

$$D_{RED\ 2} = 1,32\ \text{pulg}\ (33,50\ \text{mm})$$

4.2.2.3 Red de distribución secundaria

Para la determinación de las secciones de los ductos en la red de distribución secundaria, realizaremos un análisis por sectores dentro de cada zona. Dichos sectores están distribuidos para repartir el gasto del fluido en cada zona y su ubicación se aprecia en el Plano N° 1.

Las variables y los diámetros resultantes del cálculo se muestran en el cuadro de la página siguiente, donde:

Q , es el caudal máximo que sería suministrado a cada sector a través de la Red correspondiente

P_{min} Red Principal, es la presión mínima que se presentaría en la Red Principal correspondiente (Ver 4.2.2)

P_{min} Red Secundaria, es la presión mínima que se presentaría en la Red secundaria correspondiente (Ver 4.2.2)

LE, es la longitud equivalente en millas menos favorable en el sector correspondiente

D zona, es el diámetro resultante obtenido por medio del cálculo para ca

Zona	Sector	Q (PCD)	P min Red Principal (psia)	P min Red Secundaria (psia)	LE (millas)	D zona (mm)
Zona 1 (Red N° 1)	A	18 885	20,27	15,10	0,45	21,98
	B	7 672	20,27	18,17	0,50	18,59
Zona 2 (Red N° 1)	A	24 196	20,27	13,65	0,39	22,64
	B	7 672	20,27	18,17	0,21	15,51
	C	8 852	20,27	17,85	0,45	18,70
Zona 3 (Red N° 2)	A	15 344	21,26	17,06	0,22	18,07
	B	5 902	21,26	19,65	0,28	15,50
	C	8 852	21,26	18,44	0,60	19,61
Zona 4 (Red N° 2)	A	13 574	21,26	17,55	0,35	19,31
	B	6 492	21,26	19,48	0,60	18,41
Zona 5 (Red N° 2)	A	2 361	21,26	20,61	0,15	11,38
	B	7 082	21,26	19,32	0,62	18,85
Zona 6 (Red N° 2)	A	5 902	21,26	19,65	0,26	15,29

PCD: Pie cúbico estándar por día

4.3 Selección de secciones estándares de los ductos

4.3.1 Selección del gasoducto principal

Con los diámetros teóricos calculados para los trayectos A-E y E-H del gasoducto principal en el acápite anterior, en tablas seleccionamos el ducto estándar:

Ducto Acero al Carbono ASTM A-53

Ø1 ½" - 48,3 mm OD x 2,9 mm th x 9 m x 3,14

kg/m

4.3.2 Selección de la red de distribución principal

Con los diámetros teóricos calculados anteriormente para las redes N° 1 y 2, en tablas seleccionamos el ducto estándar en polietileno (PE):

Ducto Polietileno ASTM D-2513

Ø1-1/4" - OD 42,1 mm - SDR 11 (th 2,94 mm)

4.3.3 Selección de la red de distribución secundaria

Con los diámetros teóricos calculados en el acápite anterior, mostrados en el cuadro de la página siguiente, en tablas seleccionamos el ducto estándar en polietileno (PE) para la red de distribución secundaria:

Ducto Polietileno ASTM D-2513

Ø3/4" - OD 26,67 mm - SDR 11 (th 2,41 mm)

4.4 Comprobación de los ductos seleccionados

Realizaremos la comprobación de las secciones de los ductos seleccionados por medio del cálculo de la velocidad del fluido en el sistema. Una velocidad del gas natural mayor a 20 m/s no es conveniente para el suministro debido al ruido que ocasionaría en las instalaciones.

Para tal fin se utilizará la relación (5) (ver acápite 4.1 ítem ix), reemplazando los datos que se utilizaron para el cálculo

de las secciones y el diámetro interior de los ductos seleccionados en cada caso. Así tenemos que:

Nivel alimentación	Tramo / Zona	D nom (pulg)	DI (pulg)	V (m/s)	Resultado
Gasoducto de alimentación principal	A-E	1 1/2"	1,67	6,80	Conforme
	E-H	1 1/2"	1,67	8,13	Conforme
Red de Distribución Principal	Nº 1	1 1/4"	1,43	11,85	Conforme
	Nº 2	1 1/4"	1,43	11,54	Conforme
Red de Distribución Secundaria	1A	3/4"	0,86	12,75	Conforme
	1B	3/4"	0,86	5,18	Conforme
	2A	3/4"	0,86	16,34	Conforme
	2B	3/4"	0,86	5,18	Conforme
	2C	3/4"	0,86	5,98	Conforme
	3A	3/4"	0,86	9,88	Conforme
	3B	3/4"	0,86	3,80	Conforme
	3C	3/4"	0,86	5,70	Conforme
	4A	3/4"	0,86	8,74	Conforme
	4B	3/4"	0,86	4,18	Conforme
	5A	3/4"	0,86	1,52	Conforme
	5B	3/4"	0,86	4,56	Conforme
	6A	3/4"	0,86	3,80	Conforme

Donde:

Dnom, es el diámetro nominal del ducto seleccionado

DI, es el diámetro interior del ducto seleccionado

V , es la velocidad del gas natural

Resultado, es la evaluación de la velocidad calculada. Será "Conforme" si la velocidad es menor a 20 m/s; sino será "Disconforme"

4.5 Selección de equipos

4.5.1 Estación de medición y regulación de presión

Como hemos mencionado anteriormente, las empresas del ramo estandarizan las EMRP que comercializan. En nuestro caso seleccionaremos del Cuadro N° 16 la EMRP para el sistema de distribución planteado en este Informe en función al caudal total y a la presión del gas natural que serían suministrados a la habilitación urbana.

Así tenemos que nuestras variables de selección tiene los siguientes valores:

$$Q_{\max} = 0,272 \text{ MMPCD}$$

$$P_A = 145,07 \text{ psia (10,0 bar)}$$

Donde:

Q_{max} , es el caudal máximo que sería suministrado por el sistema (Ver Cuadro N° 14 – Capítulo 3)

P_A , es la presión en el punto de partida "A" donde se ubicaría la EMRP (Ver Plano N° 1)

Luego del Cuadro N° 16, seleccionamos la EMRP que cubre dichos valores. Las características de la EMRP se muestran en el cuadro siguiente.

4.5.2 Estaciones de regulación secundarias

Procederemos análogamente al caso de la selección de la EMRP, utilizando las variables respectivas. Así para la ERS N° 1, los valores de las variables caudal y presión de suministro son los siguientes:

$$\begin{aligned} Q_{ERS\ 1} &= 0,138 \text{ MMPCD} \\ P_{E1} &= 58,03 \text{ psia (4,00 bar)} \end{aligned}$$

Y para la ERS N° 2:

$$\begin{aligned} Q_{ERS\ 2} &= 0,134 \text{ MMPCD} \\ P_{H1} &= 58,03 \text{ psia (4,00 bar)} \end{aligned}$$

Donde:

$Q_{ERS\ 1}$, es el caudal máximo que sería suministrado por la ERS N° 1 a través de la Red N° 1 (Ver Cuadro N° 15 – Capítulo 3)

$Q_{ERS\ 2}$, es el caudal máximo que sería suministrado por la ERS N° 2 a través de la Red N° 2 (Ver Cuadro N° 15 – Capítulo 3)

P_{E1} , es la presión a la salida de la ERS N° 1 (Ver Plano N° 1)

P_{H1} , es la presión a la salida de la ERS N° 2 (Ver Plano N° 1)

Luego, con los datos anteriores en el Cuadro N° 16, seleccionamos la ERS que cubre dichos valores y sus características se muestran en el cuadro siguiente.

Característica		EMRP	ERS N° 1	ERS N° 2
Tipo de Caseta		PM-2T	PM-3D	PM-3D
Tipo de Regulador (Fisher)		Tipo 667-ET: 1"	Tipo 621: 1"	Tipo 621: 1"
Válvula de seguridad		2" x 3"	1 1/2" x 2"	1 1/2" x 2"
Tubo de medición		Tubo de 2"	Med. 3 000	Med. 3 000
Registrador de flujo		100" H ₂ O, 150 psia	Tipo CD 7 kg/cm ²	Tipo CD 7 kg/cm ²
Registrador de presión y temperatura		28 kg/cm ² - 50 °C	- -	- -
Capacidad	m ³ / día	37,6	6,7	6,7
	MMPCD	1,33	0,24	0,24

MMPCD: Millones de pies cúbicos estándar por día

4.5.3 Conexión a servicios domiciliarios

La acometida o conexión a los servicios domiciliarios es la última etapa en un sistema de distribución de gas natural y, como ya hemos mencionado, comprende los equipos y accesorios que conecta a la vivienda con la red de distribución secundaria, reduciendo la presión de llegada a niveles de utilización doméstica. Para nuestro caso, seleccionaremos los componentes principales de la acometida en función a las siguientes variables:

$$\begin{aligned} Q_{\text{MAX USUARIO}} &= 53,1 \text{ PCD} \\ P_{\text{SALIDA}} &= 0,58 \text{ PSI (0,04 bar)} \end{aligned}$$

Luego seleccionamos de los catálogos de fabricantes los tres componentes principales de la conexión al usuario:

- 2 unid. Válvula esférica de corte ½"
- 1 unid. Regulador max 5 m³/hora (125 psi)
- 1 unid. Medidor G4K – 6 m³/h 1 bar

4.6 Cálculo del almacenamiento natural y del rate de odorización del sistema

Calcularemos el almacenamiento natural del sistema, que es el volumen el gas natural que ocuparía los ductos a presión y temperatura medias. Asimismo, calcularemos el rate de inyección del mercaptano para odorizar el gas natural que sería distribuido.

4.6.1 Almacenamiento natural del sistema

Para calcular el almacenamiento natural en el sistema de red de ductos que hemos planteado, emplearemos la relación (6); para lo cual consideraremos las siguientes variables:

$$\begin{aligned} T_o &= 519,67 \text{ }^\circ\text{R} (15,5 \text{ }^\circ\text{C}) \\ P_o &= 1,013 \text{ bar (1 atm)} \\ T_m &= 581,67 \text{ }^\circ\text{R} (20 \text{ }^\circ\text{C}) \\ Z_m &= 0,9971 \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} T_o &= \text{Temperatura base (519,67 }^\circ\text{R)} \\ P_o &= \text{Presión base (14,7 psia)} \\ T_m &= \text{Temperatura media del gasoducto de acuerdo a } \bar{T}_1 \text{ y } T_2 \text{ (}^\circ\text{R)} \end{aligned}$$

Z_m = Factor de supercompresibilidad

Asimismo, para efectuar los cálculos, emplearemos valores de P_m para cada nivel de distribución (gasoducto principal, distribución primaria y secundaria) que serán calculados empleando las presiones de llegada en el sistema y que fueron estimadas en el ítem 4.2.1. Luego, reemplazando en (6) obtenemos los volúmenes que se muestran en el página siguiente, donde:

V_{ol} = Empaque o almacenamiento (pie^3)

V_g = Volumen geométrico de la tubería (pie^3)

P_m = Presión medio del gasoducto de acuerdo a P_1 y P_2 (psia)

4.6.2 Rate de odorización del sistema

Como hemos mencionado anteriormente, para detectar la presencia de gas natural en el aire ante de que llegue a concentraciones peligrosas por su inflamabilidad, debemos dar un olor característico al gas de suministro, dado que este es inodoro,

inyectando odorantes mercaptanos en el sistema de distribución en proporción de 12 a 20 mg por cada metro cúbico de gas natural. Así tenemos que:

Rango:	12 A 20	mg / m ³ de gas natural
Demanda gas natural al 2020:	272 615	PCD
Gasto gas natural al 2020:	321,69	m ³ / hora
Rate de inyección:	0,02	g / m ³ de gas natural

Gasto odorante mercaptano:	6,43	g / hora
-----------------------------------	-------------	-----------------

Asimismo, el tanque de reserva del odorante tendrá una capacidad acorde con el consumo proyectado. Tal capacidad de almacenamiento variará en forma directamente proporcional al aumento de la demanda del suministro.

LONGITUDES		m	D INT (mm)	Area (m²)	Vg (m³)	Vg (ft³)	Pm (bar)	Vol (m³)	Vol (ft³)
GASODUCTO PRINCIPAL	AE	1675	42,5	0,0014	2,38	83,91	9,18	19,29	681,20
	EH	1090	42,5	0,0014	1,55	54,60	7,82	10,70	377,81
RED DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL	ZONA 1	1260	36,22	0,0010	1,30	45,84	2,70	3,10	109,42
	ZONA 2	2365	36,22	0,0010	2,44	86,04	2,70	5,82	205,37
	ZONA 3	1495	36,22	0,0010	1,54	54,39	2,73	3,72	131,47
	ZONA 4	1680	36,22	0,0010	1,73	61,12	2,73	4,18	147,74
	ZONA 5	845	36,22	0,0010	0,87	30,74	2,73	2,10	74,31
	ZONA 6	710	36,22	0,0010	0,73	25,83	2,73	1,77	62,44
RED DISTRIBUCION SECUNDARIA	ZONA 1	5045	21,85	0,0004	1,89	66,80	1,32	2,22	78,28
	ZONA 2	8275	21,85	0,0004	3,10	109,56	1,32	3,64	128,40
	ZONA 3	6480	21,85	0,0004	2,43	85,80	1,41	3,03	107,01
	ZONA 4	4430	21,85	0,0004	1,66	58,65	1,40	2,06	72,87
	ZONA 5	2895	21,85	0,0004	1,09	38,33	1,44	1,39	48,94
	ZONA 6	1665	21,85	0,0004	0,62	22,05	1,41	0,78	27,50
TOTAL								63,80	2252,76

4.7 Prueba de estanqueidad

La prueba de estanqueidad es un procedimiento de inspección por medio del cual se verifica, a condiciones extremas de operación, la eficiencia del sistema de distribución, detectándose fisuras en las juntas soldadas, malas conexiones de los elementos de unión, tuberías dañadas, etc.

Como hemos mencionado anteriormente, esta prueba debe ser realizada por la empresa que realice la ejecución de obra y debe seguir las recomendaciones de las normas respectivas (ASME, API), pudiéndose realizar la prueba a la totalidad del sistema o por tramos, aislando los aparatos tales como reguladores, contadores y filtros

Los valores de presión a los que debe someterse el sistema planteado están en función a los niveles de presión que hemos establecido para la distribución del gas natural, y serán como mínimo el 150% de la presión máxima de operación. Los valores se muestran en el Cuadro N° 20.

Cuadro N° 20

Presiones de prueba de estanqueidad

Tipo de acometida interior	Presión máxima de servicio (bar absoluto)	Prueba de estanqueidad		
		P. Efectiva (bar absoluto)	Tiempo (horas)	Fluido
Media Presión B	4	6	6 1 ⁽³⁾	Agua Aire Gas inerte ⁽⁴⁾
Baja Presión	0,04	1	1	Agua Aire Gas inerte ⁽⁴⁾

Fuente: UNE (España)

Para una prueba de estanqueidad hidrostática, se deberá contar con agua tratada limpia, previamente tratada, para evitar contaminar los ductos. De realizarse la prueba con aire o gas inerte, estaríamos hablando de una prueba neumática para lo cual los fluidos de prueba deben ser previamente tratados y libres de impurezas, siendo conveniente que en el momento de las pruebas permanezcan abiertas las zanjas para intervenir en el caso de caída de presión.

⁽³⁾ Cuando la eficiencia de todas las uniones puede verificarse con agua jabonosa.

⁽⁴⁾ Con la autorización de la Empresa Distribuidora

4.8 Actas y puesta en disposición del servicio

Como pasos finales, y antes de la puesta en servicio se debe tener presente los siguientes puntos:

- ✓ Con objeto de descargar la electricidad estática que pueda formarse y evitar el salto de chispas capaces de inflamar el gas, es necesario poner a tierra la canalización antes de iniciar la operación.
- ✓ De ser técnicamente necesario, se recomienda un secado, luego de la prueba de estanqueidad hidrostática.
- ✓ Para limpiar al tubería y expulsar el fluido de prueba se debe se debe separar ambos fluidos, gas y fluido de prueba, utilizando un colchón de gas inerte o en su defecto un pistón de purga (pigging).
- ✓ En el llenado se evitará al formación de mezcla aire / gas comprendida entre los límites de inflamabilidad del gas natural; para lo cual se debe efectuar el llenado a velocidad moderada y de manera continua.

Para el registro se emplearán manómetro y registradores de presión. La banda de registro de la presión de prueba, así

como el tiempo de duración de la misma, serán debidamente verificados por el inspector; y el resultado de los ensayos se registrará en un acta en donde conste que el sistema cumple con los requisitos especificados en la reglamentación vigente.

Finalmente para iniciar la operación del sistema de distribución por red de ductos se deberá contar con el informe favorable del organismo fiscalizador OSINERG; debiéndose cumplir con la entrega de del Manual de Operación y Mantenimiento y con el Manual de Seguridad del Sistema de Distribución; en donde debe establecerse los procedimientos e instrucciones de operación, mantenimiento e inspección en condicione normales de operación, así como los planes de contingencia en caso de emergencia.

5

ESTRUCTURA DE COSTOS

En los capítulos anteriores hemos planteado un sistema de distribución de gas natural por red de ductos como alternativa para el desarrollo energético del distrito de San Vicente de Cañete, describiendo el aspecto técnico que involucraría y las ventajas que traería el aprovechamiento del gas natural como combustible; por lo que hemos determinado que un sistema de distribución como el planteado es ampliamente justificado tanto técnica como ambientalmente.

En este capítulo presentaremos una estructura básica del costo de inversión que involucraría la habilitación de un sistema de distribución de gas natural por red de ductos. Esta estructura fue calculada empleando cifras de sistemas de distribución en operación, así como información de fabricantes.

En el acápite 5.1 presentamos una estructura de costos para la habilitación del sistema de distribución de gas natural que hemos planteado, sistema que comprende las redes de ductos desde la salida de la EMRP hasta los puntos de habilitación para las viviendas; no incluyéndose el costo por acometida domiciliaria, el cual se muestra en el acápite 5.2.

En el acápite 5.3 presentamos un resumen del monto total de la inversión necesaria para la habilitación de nuestro planteamiento, en el cual se incluyen los costos por acometidas a los domicilios en el caso de que el concesionario los cubra; para tal fin empleamos la proyección del número de conexiones con alcance al año 2020. Cabe mencionar que los costos han sido calculados considerándose dólares constantes del año 2000.

5.1 Costo de habilitación del sistema planteado

	Detalle	Cant	Unid	Monto (US \$)
1	Cámaras para Estaciones de Medición y Regulación			
1.1	Provisión de materiales y transporte			
	Cámara reductora de presión del tipo aéreo protegido con mampostería perimetral, regulador, válvula de seguridad, tubo de medición, registrador de presión, temperatura y flujo			
	Caudal máximo = 4000 m ³ / h			
	Rango de presión de operación = 1,5 a 10 kg/cm ²	3	Unid	
	Equipo de medición y odorización, con separador de polvo, analizador calorífero y medidor a turbina	1	Unid	
	Subtotal ítem 1.1			100 000
1.2	Montaje, pruebas y puesta en servicio			
	Obras civiles y complementarias			
	Montaje y pruebas preliminares			
	Gastos varios		Global	
	Subtotal ítem 1.2			50 000
		Subtotal (1)		150 000
2	Gasoducto de alimentación principal			
2.1	Provisión de materiales y transporte			
	Ducto Acero al Carbono ASTM A-53			
	Φ1 ½" - 48,3 mm OD x 2,9 mm th x 9 m x 3,14 kg/m	2675	m	
	Válvula esférica para ducto de acero Φ1 ½" - 10 bar	8	Unid	
	Accesorios para la instalación del gasoducto de alimentación principal		Global	
	Sistema anticorrosivo para la cañería metálica		Global	
	Subtotal ítem 2.1			110 000
2.2	Montaje, pruebas y puesta en servicio			
	Obras preliminares, excavaciones, tendido de líneas, inspecciones, relleno y compactación		Global	
	Subtotal ítem 2.2			90 000
		Subtotal (2)		200 000

	Detalle	Cant	Unid	Monto (US \$)
3	Redes de distribución principal y secundaria			
3.1	Provisión de materiales y transporte			
	Ducto de Polietileno (PE) Φ 1-1/4" ASTM D-2513 OD 42,1 mm - SDR 11 (th 2,94 mm)	8355	m	
	Ducto Polietileno Φ 3/4" ASTM D-2513 OD 26,67 mm - SDR 11 (th 2,41 mm)	28790	m	
	Válvula esférica para ducto PE Φ 1-1/4" - 4 bar	37	Unid	
	Válvula para ducto PE Φ 3/4" - 4 bar	5 138	Unid	
	Accesorios para la instalación del ducto PE Φ 1-1/4" - 4 bar		Global	
	Accesorios para la instalación del ducto PE Φ 3/4" - 4 bar		Global	
	Subtotal ítem 3.1			115 000
3.2	Montaje, pruebas y puesta en servicio			
	Obras preliminares, excavaciones, tendido de líneas, inspecciones, relleno y compactación		Global	
	Subtotal ítem 3.2			215 000
		Subtotal (3)		330 000
4	Sistemas SCADA y de Telemetría			
4.1	Provisión de materiales y transporte			
	Subtotal ítem 4.1			115 000
4.2	Montaje, pruebas y puesta en servicio		Global	
	Subtotal ítem 4.2			35 000
		Subtotal (4)		150 000
	TOTAL COSTO SISTEMA DISTRIBUCIÓN (US \$)			830 000

(*) No incluye impuestos

5.2 Costo de instalación de una acometida domiciliaria

	Descripción	Unid	Cant	Valor Unit (US \$)	US \$
1	Materiales				
1.1	Ramal domiciliario 1" - 1/2"	Pieza	1	17	17,0
1.2	Tubería PE 1/2"	m	16	3,5	56,0
1.3	Transición PE - Acero 1/2"	Pieza	1	10,9	10,9
1.4	Codos HE 1/2"	Pieza	3	0,4	1,2
1.5	Válvula de corte 1/2"	Pieza	2	5	10,0
1.6	Gabinete para centro de medición	Pieza	1	35	35,0
1.7	Conectores para medidor	Pieza	2	1,4	2,8
1.8	Cinta de señalización	m	16	0,1	1,6
1.9	Unión PE 1/2"	Pieza	1	1,35	1,4
1.10	Sellador FA y FM	Frasco	0,08	8	0,6
1.11	Regulador 5 m3/hora (125 psi)	Pieza	1	15	15,0
1.12	Medidor G4K - 6 m3/h 1 bar	Pieza	1	74	74,0
1.13	Tubería HG 1/2"	m	2	2	4,0
1.14	Codos HG 1/2"	Pieza	4	0,4	1,6
1.15	Anclas y fijaciones	Pieza	4	0,5	2,0
1.16	Base para elevador	Pieza	1	3,94	3,9
1.17	Te PE 1/2"	Pieza	1	1,5	1,5
1.18	Desperdicios	Pieza	1	4,7	4,7
					243,2
2	Obras civiles				
2.1	Excavación de zanja	m3	8,64	3,8	32,8
2.2	Relleno compactado	m3	8,64	5,1	44,1
2.3	Eliminación material excedente	m3	1,72	1,6	2,8
2.4	Limpieza de obra	m	16	0,1	1,6
2.5	Reposición Zona Verde	m	8	0,3	2,4
					83,6
3	Instalación y prueba				
3.1	Instalación de derivación	m	16	0,48	7,7
3.2	Instalación de transición PE - Acero	Pieza	1	0,45	0,5
3.3	Instalación centro de medición	Pieza	1	3,8	3,8
3.4	Instalación de regulador	Pieza	1	2,5	2,5
3.5	Prueba neumática	Prueba	1	3,9	3,9
3.6	Gasificación y puesta en servicio	Prueba	1	5,5	5,5
					23,8
4	Mano de obra				
4.1	Gasfitero operario	Global	1	10	10,0
4.2	Ayudante gasfitero	Global	1	5	5,0
					15,0
5	Administración, inspección y supervisión				
5.1	Gastos (10%)				36,6
	TOTAL COSTO ACOMETIDA			(US \$)	402,3

(*) No incluye impuestos

5.3 Resumen de costos

Detalle		Monto (US \$)
1	Cámaras para Estaciones de Medición y Regulación	
1.1	Provisión de materiales y transporte	100 000
1.2	Montaje, pruebas y puesta en servicio	50 000
	Subtotal (1)	150 000
2	Gasoducto de alimentación principal	
2.1	Provisión de materiales y transporte	110 000
2.2	Montaje, pruebas y puesta en servicio	90 000
	Subtotal (2)	200 000
3	Redes de distribución principal y secundaria	
3.1	Provisión de materiales y transporte	115 000
3.2	Montaje, pruebas y puesta en servicio	215 000
	Subtotal (3)	330 000
4	Sistemas SCADA y de Telemetría	
4.1	Provisión de materiales y transporte	115 000
4.2	Montaje, pruebas y puesta en servicio	35 000
	Subtotal (4)	150 000
A	TOTAL COSTO SISTEMA DISTRIBUCIÓN (US \$)	830 000

	Descripción	Cant (*)	Valor Unit (US \$)	US \$
1	Materiales	5 137	243,2	1 249 318,4
2	Obras civiles	5 137	83,6	429 453,2
3	Instalación y prueba	5 137	23,8	122 260,6
4	Mano de obra	5 137	15,0	77 055,0
5	Administración, inspección y supervisión	5 137	36,6	188 014,2
B	TOTAL COSTO ACOMETIDAS	(US \$)		2 066 101,4
	TOTAL COSTO SISTEMA (A + B)	(US \$)		2 896 101,4

(*) Cantidad de conexiones proyectada al año 2020

CONCLUSIONES

- 1 Se concluye, luego del análisis efectuado, que el objetivo central del presente Informe de Suficiencia ha sido cumplido al sustentarse cabalmente un planteamiento para el sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el distrito de San Vicente de Cañete; brindándose una alternativa técnica, económica y ambientalmente factible para el desarrollo del mercado del gas natural en el Perú.
- 2 La viabilidad técnica para la habilitación de un sistema de distribución de gas natural es muy alta, dado que la ejecución y la puesta en operación del sistema se ven facilitadas por la normalización de equipos y accesorios realizada por fabricantes y proveedores; y por la estandarización de los procedimientos de operación, mantenimiento e inspección que, sobre la base de normas internacionales, dan el soporte de ingeniería necesario para

la ejecución de la obra, cumpliéndose con las exigencias estipuladas en la reglamentación vigente.

- 3 Hemos demostrado también en este Informe de Suficiencia el notable ahorro que implicaría el uso del gas natural como combustible doméstico de cocción con respecto a otros energéticos. Como ejemplo representativo, comparamos los costos de cocción de 5 l de agua empleando gas natural, Kerosene, GLP y energía eléctrica, observándose que el uso del primero nos brinda un ahorro de 54% con respecto al Kerosene, un ahorro de 68% con respecto al GLP y un ahorro de 82% con respecto a la utilización de la energía eléctrica. De lo anterior se infiere que la inversión que realizaría una familia en adecuarse a la utilización del gas natural resulta, a todas luces, justificable por el gran ahorro que se obtendría.
- 4 El gas natural es un combustible ecológico por excelencia debido a su muy baja emisión de gases de efecto invernadero y de bióxido de sulfuro, agente causante de la lluvia ácida; por lo que su aprovechamiento en el mercado peruano representaría una ventaja indiscutible en lo concerniente al cuidado del medio ambiente. Al respecto, hemos realizado

proyecciones de las emisiones de contaminantes al año 2020 que se presentarían en el distrito estudiado si se utilizaran como combustibles de cocción al gas natural, GLP y Kerosene; encontrándose que las emisiones del gas natural con respecto al GLP son muy semejantes, pero siempre con ventaja a favor del gas natural; mientras que con respecto al Kerosene encontramos reducciones muy significativas del orden del 75% en la emisión de partículas, del 50% en la emisión de CO, del 30% en la emisión de NOx y del 99,3% en la emisión de bióxido de azufre.

- 5 El aspecto de la seguridad en las instalaciones de gas natural está ampliamente cubierto, ya que se cuenta con las herramientas técnicas y normativas que aseguran un aprovechamiento del gas natural dentro de estándares de calidad y de seguridad. En el campo técnico, los mecanismos y dispositivos de protección presentes en las instalaciones y facilidades empleadas para la distribución del gas natural las vuelven totalmente seguras; en el campo normativo se cuentan con reglamentos específicos que exigen a los operadores Manuales de Operación y Mantenimiento y Manuales de Seguridad para enmarcar sus actividades dentro

de parámetros de seguridad y de calidad, salvaguardándose en todo momento la integridad de las personas.

- 6 La seguridad en el uso cotidiano del gas natural está ampliamente garantizada y en este Informe hemos confirmado tal aseveración describiendo las medidas más importantes que se deberían tomar en caso de presentarse situaciones de emergencia. De otro lado, sería recomendable realizar campañas intensivas de promoción entre los clientes potenciales, fomentando la cultura de uso del gas natural e informando sobre la seguridad intrínseca existente en el uso del gas natural.

- 7 Finalmente concluimos que nuestro planteamiento de reemplazo del GLP por el gas natural como combustible doméstico de cocción es altamente factible en los aspectos económico, ambiental, de seguridad y técnico; tal como hemos demostrado a lo largo de este Informe de Suficiencia.

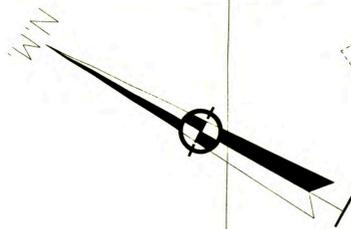
BIBLIOGRAFÍA

1. Reglamento de distribución de gas natural por red de ductos:
Decreto Supremo 042-99-EM del 15 de setiembre de 1999
y sus modificaciones:
Decreto Supremo 012-2001-EM del 21 de febrero de 2001
Decreto Supremo 042-2001-EM del 20 de julio de 2001
2. Contrato de Licencia para la Explotación de Hidrocarburos en el Lote 88
3. IX Censo Nacional de Población y IV de Vivienda. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
4. Curso "Transporte y Distribución de Gas Natural".
Petróleos Mexicanos (PEMEX)
5. Gas y electricidad. Biblioteca ATRIUM
6. Contenido mínimos para estudios de pre – inversión a nivel de perfil. Oficina de Inversiones MEF
7. Factores de emisión de contaminantes. Environmental Protection Agency (EPA – USA)
8. EIA de la red de distribución de gas natural en Lima – Callao. Transportadora de Gas del Perú S.A.
9. Simposium Internacional "Retos y perspectivas" Mayo 2001
10. El ABC del Petróleo y del Gas. Instituto Argentino del Petróleo y del Gas
11. El Gas Natural. Luis F. Cáceres Graziani

12. Mecánica de Fluidos. Irving H. Shames
13. Fundamentals of Industrial Control. C.L. Albert, D.A. Coggan
14. Anuario Estadístico de Hidrocarburos 2000. Ministerio de Energía y Minas
15. Plan Referencial de Hidrocarburos 2001. Ministerio de Energía y Minas
16. Calidad Típica Combustibles. Petroperu 2002
17. Economía y Petróleo. Daniel Gustavo Montamat
18. Desarrollo del Gas Natural en el Perú. Facultad de Ingeniería Mecánica – UNI. Apuntes de Clase

PLANOS

- | | |
|------------|--|
| Plano N° 1 | Sistema de distribución de gas natural por red de ductos en el distrito de San Vicente de Cañete |
| Plano N° 2 | Mapa logístico del Gasoducto Camisea Lima. |
| Plano N° 3 | Mapa de la trayectoria del Gasoducto Camisea - Lima (Zona costa) |



PARQUE ECOLOGICO, ARQUEOLOGICO Y ZOOLOGICO DE CAÑETE

DISTRITO DE IMPERIAL
DISTRITO DE SAN VICENTE

DISTRITO DE IMPERIAL
DISTRITO DE SAN VICENTE

LIBERTAD

AREA DE EXPANSION 3

ASOCIACION DE VIVIENDA EL PROGRESO

ASOCIACION DE VIVIENDA MADRE DEL AMOR HERMOSO

EL CHILCAL

AREA DE EXPANSION 1

AREA DE EXPANSION 2

SECTOR A

SECTOR B

SECTOR A

ZONA 6

SECTOR A

ZONA 2

ZONA 3

SECTOR A

ZONA 5

SECTOR B

SECTOR C

ZONA 4

SECTOR B

SECTOR C

SECTOR A

ZONA 1

SECTOR B

SECTOR A

LEYENDA N°1

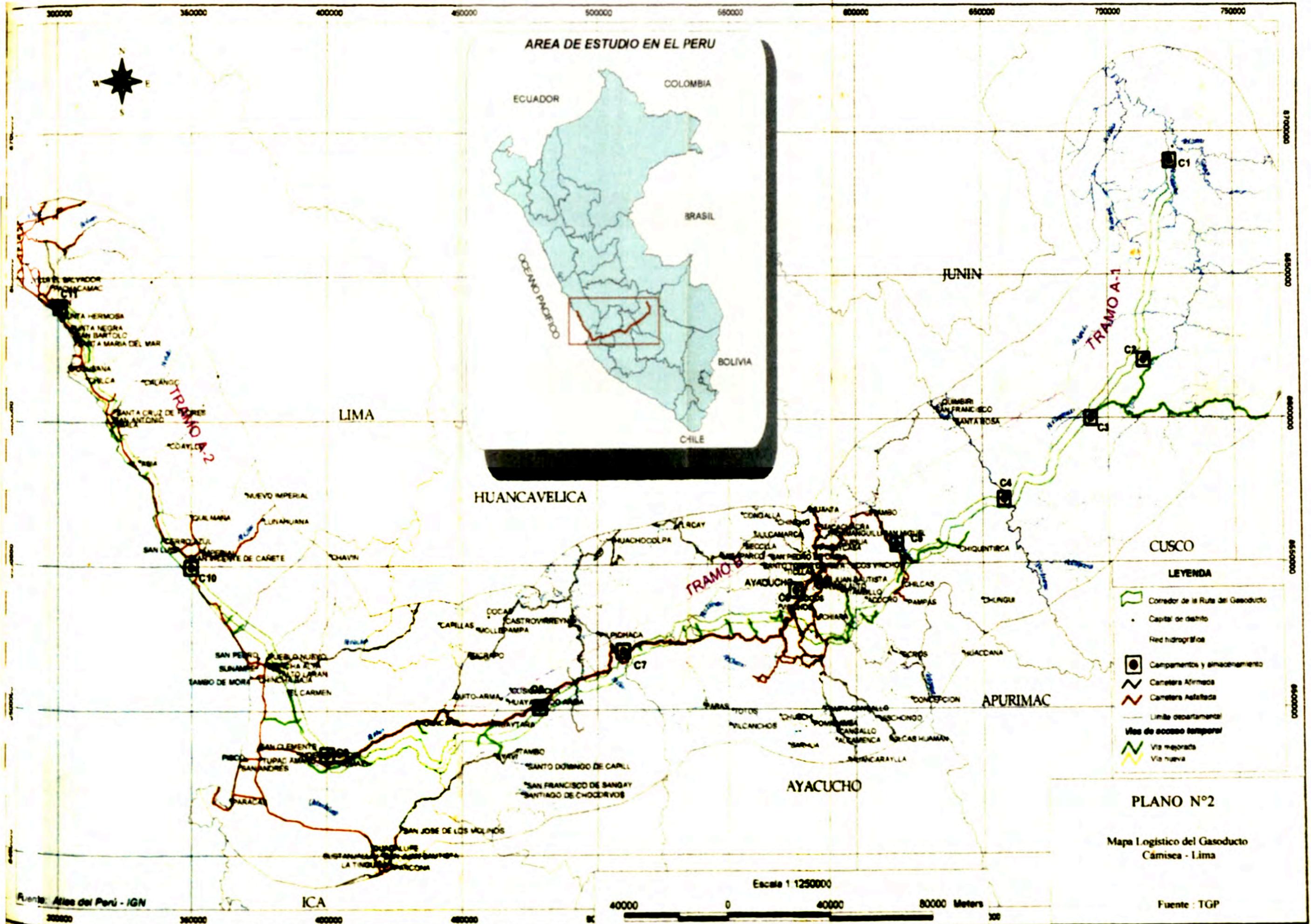
	ESTACION DE MEDICION Y REGULACION DE PRESION
	RAMAL DEL GASODUCTO TRONCAL CAMISEA-LIMA
	ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA 1
	ESTACION DE REGULACION SECUNDARIA 2
	RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA Ducto polietileno ASTM D2513 Ø3/4" OD 26.67 mm. - SDR11 (th 2.41 mm.)
	RED DE DISTRIBUCION PRINCIPAL Ducto polietileno ASTM D2513 Ø 1 1/4" OD 42.1 mm. - SDR11 (th 2.94 mm.)
	GASODUCTO PRINCIPAL Ducto acero al carbono ASTM A53 Ø 1 1/2" OD 48.3 mm. x th 2.9 mm. x 9 m. x 3.14 Kg/m.

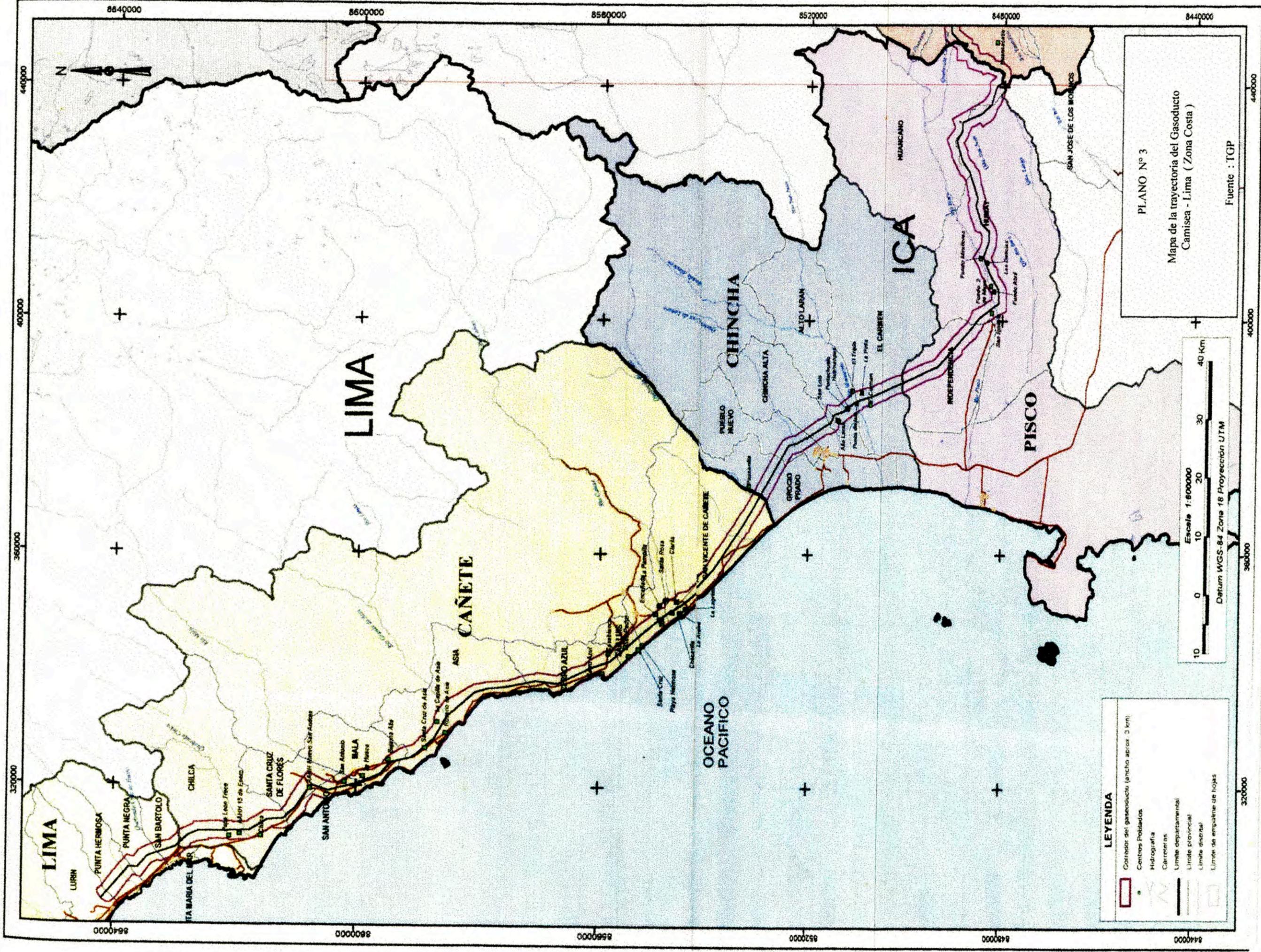
LEYENDA N°2

	Válvula esférica para ducto acero Ø 1 1/2 - 10 bar (cant. 8)
	Válvula esférica para ducto polietileno Ø 1 1/4 - 4 bar (cant. 37)

PARTE 2

Des:	Top:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Sistema de distribución de gas natural para uso doméstico en el distrito de San Vicente de Cañete							
Dir:	J.Z.								
Proy:	N.CH.								
Fecha:	ABRIL 2002								
Escala:	1/5000	Rev:	N.CH.						
Rev:	N.CH.	Apr:	N.CH.						
Dpto:	LIMA.	Proy:	CAÑETE	Dist:	SAN VICENTE	Lugar:	CIUDAD	Plano N°:	N° 1





LEYENDA

- Corredor del gasoducto (anchura aprox. 3 km)
- Centros Poblados
- Hidrografía
- Carreteras
- Límite departamental
- Límite provincial
- Límite distrital
- Límite de anguante de hojas

Escala 1:600000

0 10 20 30 40 Km

Datum WGS-84 Zona 18 Proyección UTM

PLANO N° 3

Mapa de la trayectoria del Gasoducto
Camisea - Lima (Zona Costa)

Fuente : TGP

APENDICE

Apéndice A	Tabla de contaminantes atmosféricos
Apéndice B	Relación de las Principales Normas Empleadas en el Diseño de Sistemas de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos
Apéndice C	Catálogos de fabricantes
Apéndice C-1	Ductos de acero para gas natural
Apéndice C-2	Ductos de polietileno para gas natural
Apéndice C-3	Calentadores, estaciones de filtración, regulación, medición y odorización
Apéndice C-4	Válvulas de acero al carbono
Apéndice C-5	Válvulas de polietileno
Apéndice C-6	Actuadores, reguladores y controladores de presión
Apéndice C-7	Medidores residenciales para gas natural

APÉNDICE

Apéndice A

Tabla de contaminantes atmosféricos

CONTAMINANTE	PRINCIPALES FUENTES	COMENTARIOS
Monóxido de carbono (CO)	Gases de escape de vehículos de motor; algunos procesos industriales	Máximo permitido: 10 mg/m ³ (9 ppm) en 8 hr; 40 mg/m ³ en 1 hr (35 ppm)
Dióxido de azufre (SO₂)	Instalaciones generadoras de calor y electricidad que utilizan petróleo o carbón con contenido sulfuroso; plantas de ácido sulfúrico	Máximo permitido: 80 µg/m ³ (0,03 ppm) en un año; 365 µg/m ³ en 24 hr (0,14 ppm)
Partículas en suspensión	Gases de escape de vehículos de motor; procesos industriales; incineración de residuos; generación de calor y electricidad; reacción de gases contaminantes en la atmósfera	Máximo permitido: 75 µg/m ³ en un año; 260 µg/m ³ en 24 hr; compuesto de carbón, nitratos, sulfatos y numerosos metales, como el plomo, el cobre, el hierro y el cinc
Plomo (Pb)	Gases de escape de vehículos de motor, fundiciones de plomo; fábricas de baterías	Máximo permitido: 1,5 µg/m ³ en 3 meses; la mayor parte del plomo contenido en partículas en suspensión
Óxidos de nitrógeno (NO, NO₂)	Gases de escape de vehículos de motor; generación de calor y electricidad; ácido nítrico; explosivos; fábricas de fertilizantes	Máximo permitido: 100 µg/m ³ (0,05 ppm) en un año para el NO ₂ ; reacciona con hidrocarburos y luz solar para formar oxidantes fotoquímicos

CONTAMINANTE	PRINCIPALES FUENTES	COMENTARIOS
Oxidantes fotoquímicos (fundamentalmente ozono [O₃] ; también nitrato peroxiacetílico [PAN] y aldehídos)	Se forman en la atmósfera como reacción a los óxidos de nitrógenos, hidrocarburos y luz solar	Máximo permitido: 235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,12 ppm) en 1 hr
Hidrocarburos no metánicos (incluye etano, etileno, propano, butanos, pentanos, acetileno)	Gases de escape de vehículos de motor; evaporación de disolventes; procesos industriales; eliminación de residuos sólidos; combustión de combustibles	Reacciona con los óxidos de nitrógeno y la luz solar para formar oxidantes fotoquímicos
Dióxido de carbono (CO₂)	Todas las fuentes de combustión	Posiblemente perjudicial para la salud en concentraciones superiores a 5000 ppm en 2-8 hr; los niveles atmosféricos se han incrementado desde unas 280 ppm hace un siglo a más de 350 ppm en la actualidad; probablemente esta tendencia esté contribuyendo a la generación del efecto invernadero

Apéndice B

Relación de las Principales Normas Empleadas en el Diseño de Sistemas de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos

ASME B31.8	Gas transmission and distribution piping systems
ASTM A-53	Especificación de ductos de acero al carbono
ASTM D-2513	Especificación de ductos de polietileno
ASME B36.10	Welded and seamless wrought steel pipe
ASME B1.20.1	Pipe threads, general purpose
ASME B16.1	Cast iron pipe flanges and flanged fittings
ASME B16.20	Metallic gasket for pipe flanged: Ring-joint spiral wound and jacketed
API Standard 1104	Standard for welding pipe lines and related facilities
API Standard 598	Valve inspection and testing

Apéndice C

Catálogos de fabricantes

Apéndice C-1	Ductos de acero para gas natural
Apéndice C-2	Ductos de polietileno para gas natural
Apéndice C-3	Calentadores, estaciones de filtración, regulación, medición y odorización
Apéndice C-4	Válvulas de acero al carbono
Apéndice C-5	Válvulas de polietileno
Apéndice C-6	Actuadores, reguladores y controladores de presión
Apéndice C-7	Medidores residenciales para gas natural

Apéndice C-1

Ductos de acero para gas natural

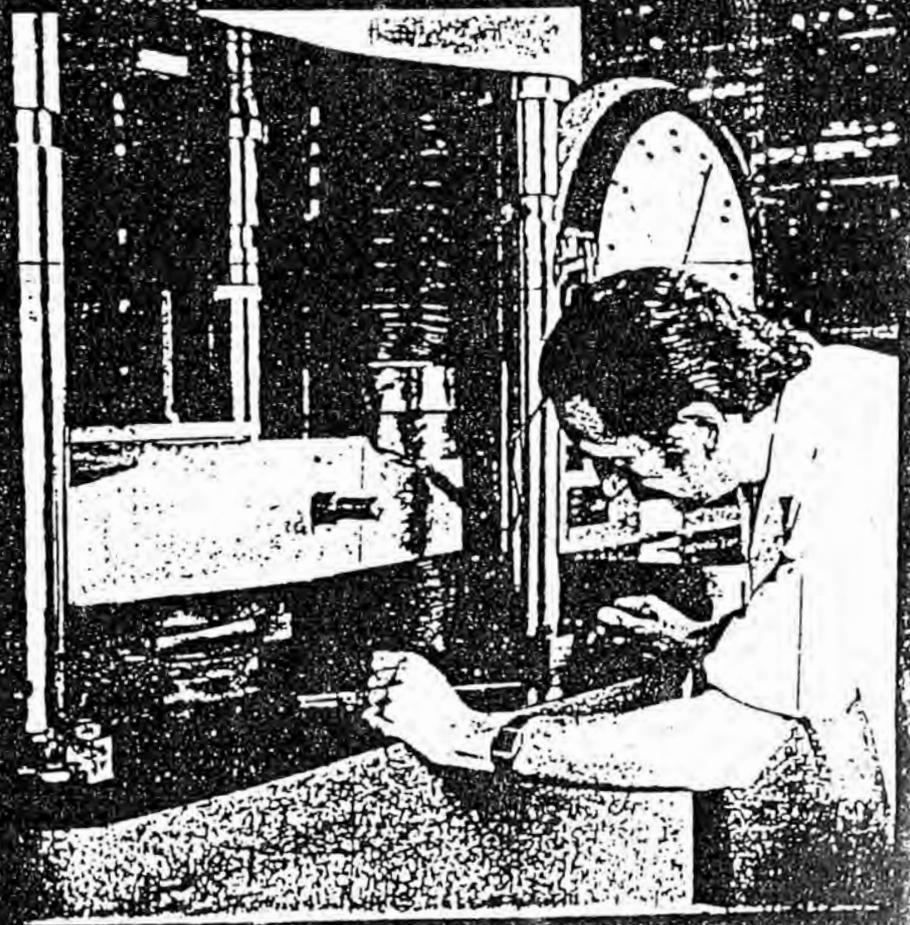
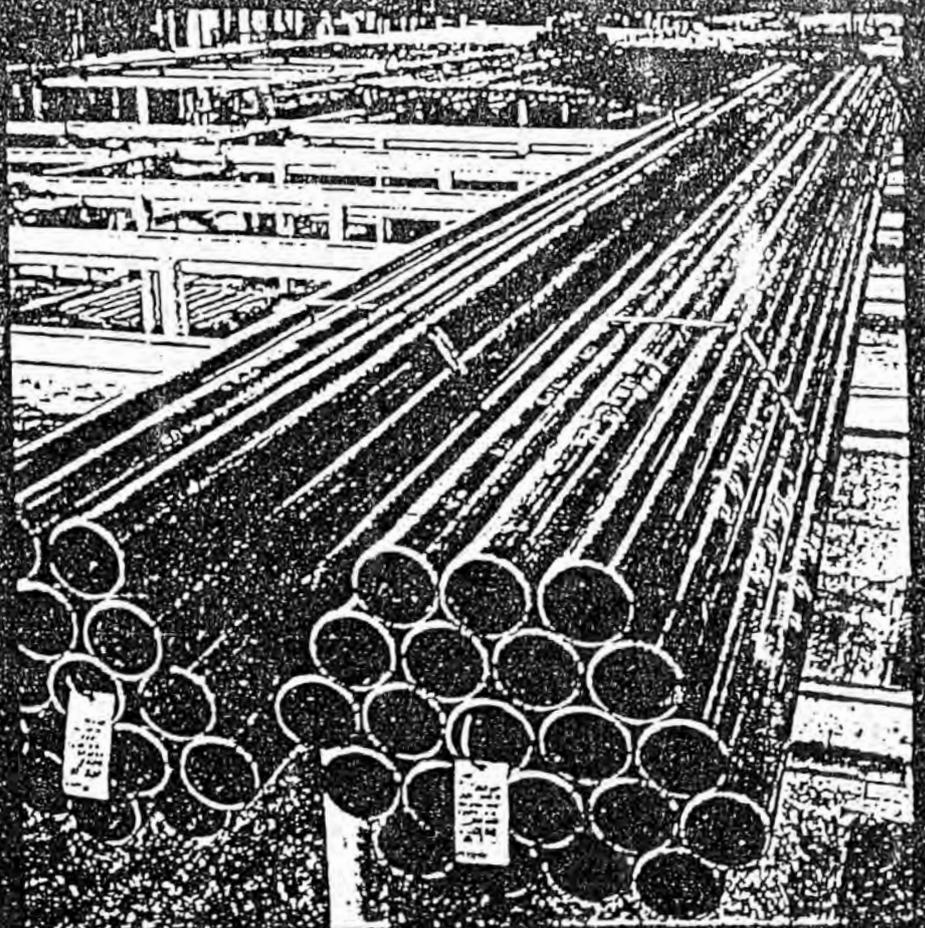
Cumplen con la
Norma ASTM,
con espesores
aprobados por
Gas del Estado.

AS Y ACERO
SEGURO DE VIDA
PARA SIEMPRE

Cuide
la seguridad
de su familia.
Instale acero.

SOMETIDOS A
RIGUROSOS CONTROLES
DE CALIDAD

En instalaciones
de gas natural,
hace 50 años
no había
alternativa,
hoy tampoco.



Empresa del Gas
Edwards
DAVID GARCIA
PRESIDENTE DE DIRECTORIO

Caños para ramales y gasoductos

Tubos con extremos biselados para soldar, fabricados en un todo de acuerdo con norma A.P.L. SL (SPEC SL) grados A-B y X 42.

Diámetro nominal		Diámetro exterior	Espesor de pared	Peso por metro
pulg.	mm	mm	mm	kg/m
3	76,2	88,9	3,60	7,52
			4,78	9,88
			5,49	11,28
4	101,6	114,3	4,05	11,10
			4,78	12,03
			6,02	16,06

- Se proveen en largos de 12,30 m.

- También fabricamos caños de acuerdo a la Norma ASTM.

Caños para redes de distribución domiciliar

Tubos con extremos biselados para soldar.

Tipo ASTM A 53 con espesores según Gas del Estado.

Diámetro nominal		Diámetro exterior	Espesor de pared	Peso por metro
pulg.	mm	mm	mm	kg/m
1 1/2	38,1	48,3	2,90	3,14
2	50,8	60,3	3,20	4,38
3	76,2	88,9	3,50	7,37
4	101,6	114,3	4,05	10,67

- Se fabrican en largos de 9 m.

Tubos con extremos biselados para soldar.

Norma ASTM A 53 SCH 40.

Diámetro nominal		Diámetro exterior	Espesor de pared	Peso por metro
pulg.	mm	mm	mm	kg/m
3/4	19,1	26,7	2,87	1,68
1	25,4	33,4	3,38	2,51

- Se fabrican en largos de 6,4 m.

Comercializa:

Garantía de calidad

JULIO DONADIO S.A.

RUTA NACIONAL N° 9 - KM. 695

5123 BERNABÉ - CONDOB.

T. E. 97-2151 - 97-2175



ACINDAR

INDUSTRIA ARGENTINA DE ACEROS S.A.

**S Y ACERO
SEGURO DE VIDA
PARA SIEMPRE**

**COMETIDOS A
SEGUROS CONTROLES
DE CALIDAD**

Apéndice C-2

Ductos de polietileno para gas natural

El Sistema ALDYL®

Empresa de las Indias
Eduardo VISO
Equipe 2

EL SISTEMA ALDYL®

El sistema ALDYL® fue desarrollado por DU PONT en E.E.UU. para cumplir específicamente con los requerimientos de la distribución de gas natural.

Este sistema combina una alta seguridad con un bajo costo de instalación. Es apto tanto para instalaciones nuevas bajo tierra como para reemplazo por inserción en sistemas existentes obsoletos.

Los caños y accesorios son fabricados con ALATHION®, una resina de polietileno formulada específicamente para optimizar las propiedades requeridas por las instalaciones de distribución de gas.

El sistema es suministrado por DUCILO S.A. y consiste en: cañerías;

herramientas especializadas para su montaje; instrucciones completas para su uso; y un completo entrenamiento y adecuada asistencia técnica en obra.

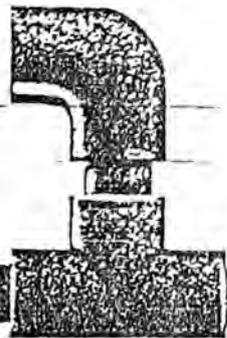
Desde 1965 fueron instalados en los E.E.UU. más de 180.000 Km. de redes de ALDYL® y aproximadamente el doble en cañerías de polietileno. Esto significa que más del 80% de las nuevas redes en los E.E.UU. son construidas en P.E.

Situación similar se da en Inglaterra y otros países europeos. Las cañerías ALDYL® son fabricadas según las especificaciones de ASTM D-2513 para cañerías de gas, cumplen los requisitos de los Standards Federales de los E.E.UU. y han sido ensayadas y

aprobados por Gas del Estado.

La cañería ALDYL® se suministra en rollos de 150 m. en diámetros de 25mm, 50mm y 63mm. y tramos rectos de 12m. de largo en diámetros de 90 y 125mm, instalándose por los métodos convencionales de zanjeo, arado (sin zanjeo previo) o inserción en sistemas existentes obsoletos.

Empresa del Gas Estado BASTARON
DUCILO S.A.
RESIDENTA



CAÑERIA ALDYL®

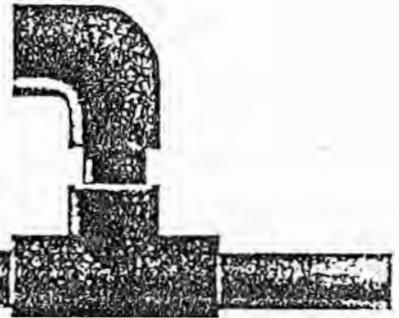
FOLLOS		DIMENSIONES		
Diámetro nominal mm	SDR	Espesor mínimo de pared en mm	Peso en Kg/ m	m /rollo
25	11	2.3	0.160	150
50	11	4.6	0.650	150
63	11	5.8	1.030	150

TRAMOS		DIMENSIONES		
Diámetro nominal mm	SDR	Espesor mínimo de pared en mm	Peso en Kg/m	m /tramo
90	11	8.2	2.100	12 - 6
125	11	11.4	4.030	12 - 6

ACCESORIOS ALDYL®

DESCRIPCION	25 mm	50 mm	63 mm	90 mm	125 mm	---
Cupla	●	●	●	●	●	
Tapa	○	●	●	●	●	
Tee		●	●	●	●	
Codo 90°		●	●	●	●	
Reducción		de 2"	a 50 mm	a 63 mm	a 90 mm	
Ramal		—	●	●	●	★
Válvula de servicio salida 25 mm.		●	●	●	●	
Accesorios de transición		●	●	●	—	★
Cupla de adaptación		● a 1 1/2"	● a 2"	● a 3"	—	
Adaptador de brida		●	●	●	●	★

★ Estos accesorios son suministrados en pulgadas, utilizándose en el sistema métrico mediante cupla de adaptación.



Accesorios de transición

El sistema provee accesorios de transición que permite hacer conexiones a las cañerías de acero existentes o a válvulas de acero. Estos accesorios están diseñados especialmente para este uso, y su construcción en fábrica bajo un estricto control de calidad asegura una elevada confiabilidad en su desempeño.

Reparaciones y control de pérdidas

Dadas las características del material, éste puede ser aplastado produciendo un cierre en caso de emergencias. Si esta operación es realizada usando la técnica correcta, la misma no afecta a la futura vida del caño. Por esta razón, en el diseño, el número de válvulas puede ser reducido sensiblemente.

La reparación de emergencia puede ser hecha con abrazaderas y juntas comerciales. Para la reparación permanente el trozo de caño dañado es reemplazado fácilmente utilizando las técnicas de fusión.

Renovación por inserción

Debido a su flexibilidad y a la disponibilidad en largos tramos este

material es usado ampliamente en la renovación de cañerías obsoletas insertándolo en la vieja cañería. Con ello se han obtenido economías importantes debido a la reducción de los costos de excavación y repavimentación. Se evitan así también incomodidades y entorpecimiento en el tránsito.

Larga vida útil de la red

La vida útil de una red construida con ALDYL® es muy superior a los 50 años que toman como requerimiento necesario para una red de gas y muy probablemente puede llegar a varios siglos, esto le da una marcada superioridad sobre los materiales convencionales.

Esto está dado por el diseño de un polímero de altísima estabilidad y una ingeniería de diseño muy generosa.

Empresa del Gas Taiara GASTA S.A.
DAVID [Signature] NING
PRESIDENTE

VENTAJAS DEL SISTEMA

Reducción de costos de instalación

El uso de cañerías ALDYL[®] implica una notable reducción de costos en la instalación y mantenimiento de la red con respecto a la convencional de acero.

Estas reducciones están dadas por:

- Menor costo de mano de obra de instalación por menor insumo de mano de obra: rapidez de ensamblado, menor peso; facilidad de manipuleo; flexibilidad; menor número de uniones y brevedad del tiempo de entrenamiento de los operarios.
- Menor número de días perdidos por mal tiempo o excesiva humedad.
- Menores costos de inspección por pérdidas al ser reducidas drásticamente el número de uniones.
- Menor costo por depreciación de herramental.
- Menor costo de material: El ALDYL[®] es más barato que el equivalente en acero con revestimiento anticorrosivo.
- Menores Gastos Generales: por menor tiempo de ejecución de la obra y disminución del número de personas involucradas en la instalación.
- Menores gastos de zanjeo y reparación de aceras: dados por la flexibilidad del material y su facilidad de conexión.

- Eliminación de la protección catódica: al ser un material insensible a la corrosión.

Reducción de los costos de mantenimiento

Al ser un material no corrosible asegura una larga vida para la red (superior a la de una de acero o fundición) sin problemas de mantenimiento.

Conexiones bajo presión

El sistema provee de accesorios y herramientas muy simples para extender ramales desde cañerías bajo presión sin interrumpir el servicio. Los accesorios de servicio están provistos de sacabocados incorporados lo que permite agregar servicios en la red presurizada en forma muy simple y sin riesgos.

Uniones rápidas y efectivas

El sistema ALDYL[®] usa para las uniones la técnica de fusión por calentamiento del propio material, eliminando el uso de pegamentos o material de aporte. Esto produce uniones rápidas, permanentes, confiables y libres de pérdidas. Las uniones pueden ser de enchufe o a tope.



EL ENTRENAMIENTO



El sistema ALDYL® incorpora a su diseño amplios factores de seguridad para prestar un servicio seguro y duradero en la distribución de gas, siempre que el sistema sea correctamente instalado. Por ello, es de suma importancia el adecuado entrenamiento y reentrenamiento del personal involucrado en este trabajo. Se ha desarrollado un conjunto de boletines de instalación, con todos los puntos que deberán ser tenidos en cuenta, así como el detalle de la operación paso a paso, para una correcta instalación del sistema. Se dispone asimismo de juegos de películas y diapositivas para el entrenamiento del personal. Por otra parte, el personal técnico de DUCILO podrá prestar un adecuado asesoramiento durante el entrenamiento.

INFORMACION TECNICA GENERAL

Cumplimiento de códigos y certeza de calidad.

La compañía DUCILO certifica que todos los caños y accesorios cumplen con los requerimientos de la norma ASTM D-2513 y con los Standards Federales Mínimos de Seguridad para

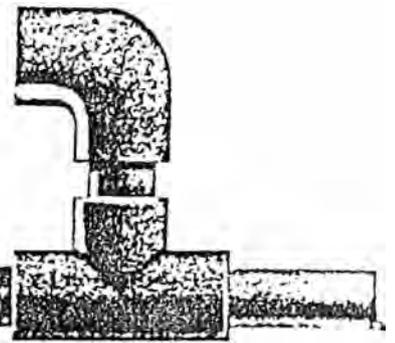
el Transporte de Gases Naturales y otros gases por cañerías.

Los caños y accesorios están fabricados con ALATHION®, una resina de polietileno desarrollada por DU PONT y que cumple las especificaciones ASTM D-1248 para grado P23.

Esta resina fue especialmente diseñada para ser utilizada en el servicio de gas natural, haciendo compatibles: la resistencia al manipuleo; la fusión por calor; el comportamiento a largo plazo; las necesidades de la industria de la construcción y la operación de redes de gas.

Empresa del Gas Talara S.A. SUCURSAL

DAVID GARCIA NIÑO
Gerente



PROPIEDADES FISICAS GENERALES DEL CAÑO ALDYL®

PROPIEDADES	VALOR	METODO ASTM
Indice de fusión	1.1 g/10 min	D-1238
Densidad	0.937 g/cm ³	D-1505
Coefficiente de dilatación	1.6 x 10 ⁻⁴ cm/cm / C	D-696
Resistencia a la tracción	197 kg/cm ²	D-638
Resistencia anular	197 kg/cm ²	D-2290
Módulo de elasticidad	7032 kg/cm ²	D-638
Conductibilidad térmica	2.23 Cal/h/cm ² /cm/seg	Cenco-Fitch
Temp. distorsión térmica (4.6kg/ cm ²)	60° C	D-648
Punto de ablandamiento sV	120° C	D-1525
Resistencia al impacto	-100° C	D-746
inflamabilidad	25 mm/min	D-635

Resistencia a largo plazo

La resistencia a largo plazo del caño ALDYL® ha sido determinada de acuerdo con lo indicado en ASTM D-2837: "Obtención de bases para el diseño hidrostático para caños de material termoplástico". Se determinó así una tensión admisible de trabajo de 88 kg/cm² a 23 C para el material del caño

ALDYL® en el ensayo de resistencia hidrostática a largo-plazo (100.000 hrs.). El caño ALDYL® está también calificado para ser usado en distintos rangos de tensión para temperaturas de 38,49 y 60 C. Estos rangos y su designación para cada temperatura están mostrados en la siguiente tabla.

t Temperatura °C	23	38	49	60
S Tensión admisible de trabajo kg/cm ²	88	88	70	56

Las presiones de trabajo en la cañería ALDYL® han sido calculadas usando la siguiente fórmula, indicada en los

"Standards Mínimos de Seguridad de EE.UU.:

$$P = 0.32 \frac{2S}{D-t}$$

donde:

P = Presión de diseño manométrica (kg/cm²)

S = Resistencia a largo plazo adoptada (kg/cm²)

D = Diámetro exterior del caño (mm)

t = Espesor de pared mínimo (mm)

0.32 = Factor de diseño

Las presiones de trabajo máximas recomendadas de diseño, para las diferentes temperaturas y las distintas medidas de caño ALDYL[®] que están de acuerdo con las especificaciones de la norma ASTM D-2513 están mostradas en la siguiente Tabla:

Cálculos de Caudal

El caudal transportado para determinado diámetro puede ser sensiblemente mayor que en las cañerías convencionales dado su bajo coeficiente de rugosidad.

Para el diseño de las redes existen tablas y ábacos para determinar caudales y pérdidas de carga en las distintas condiciones y para los distintos componentes del sistema ALDYL[®]. Esto puede ser consultado en el manual ALDYL[®].

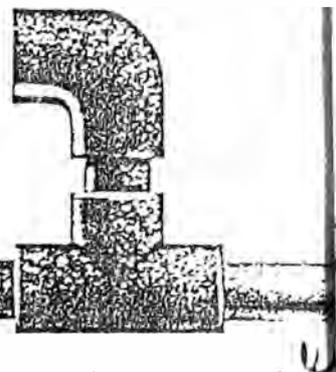
Diámetro Nominal IPS Pulg.	SDR	PRESION DEL DISEÑO Kg/cm ²			Diámetro Exterior mm	Espesor Pared mm
		38°C	49°C	60°C		
3/4	11	5.5	4.4	3.5	26.67	2.41
1 1/4	10	6.2	5.0	3.9	42.1	2.94
				3.6	60.3	5.48
3	11.5	5.3	4.3	3.4	88.9	7.79
4	11.5	5.3	4.3	3.4	114.3	10.03
6	11.5	5.3	4.3	3.4	168.2	14.75

IPS: (Iron Pipe Size) diámetro equivalente de cañería de hierro.

SDR: (Standard Dimension Ratio) relación de dividir diámetro exterior promedio por espesor mínimo de pared (ASTM D-2513).

Las dimensiones y tolerancias son de acuerdo a ASTM D-2513 (llevadas a métrico).

EFFECTOS DEL MEDIO AMBIENTE SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS



Resistencia química:

Las cañerías ALDYL® tienen una buena resistencia a la mayoría de los solventes y productos químicos que se encuentran en el gas natural y el manufacturado, por ejemplo odorantes mercaptanos, aceites detectores, anticongelantes (glicoles) y los otros componentes del gas natural y de síntesis.

Los hidrocarburos gaseosos, normalmente presentes en las redes de gas, no originan efectos medibles sobre el caño ALDYL®. Ensayos hechos en caños que estuvieron en servicio 20 años, demostraron que no hubo cambio perceptible en las propiedades físicas.

La exposición a hidrocarburos líquidos que puedan encontrarse excepcionalmente en redes de gas, producen una ligera plastificación, pero sin degradación o pérdida de material.

Estos cambios son reversibles al evaporarse estos compuestos.

Resistencia a la intemperie

Las cañerías ALDYL® tienen un sistema estabilizador contra los rayos ultravioletas para protegerlas contra la degradación por la luz solar. Este sistema es efectivo durante varios años.

El caño puede ser almacenado a la intemperie hasta un año como mínimo.

Temperatura de operación

Los standards Federales Mínimos de Seguridad de los E.E.U.U. permiten el uso del caño de polietileno hasta temperaturas de 60°C, usando la tensión admisible a esa temperatura. Esto permite el uso de caño de P.E. en los servicios hasta la caja del medidor.

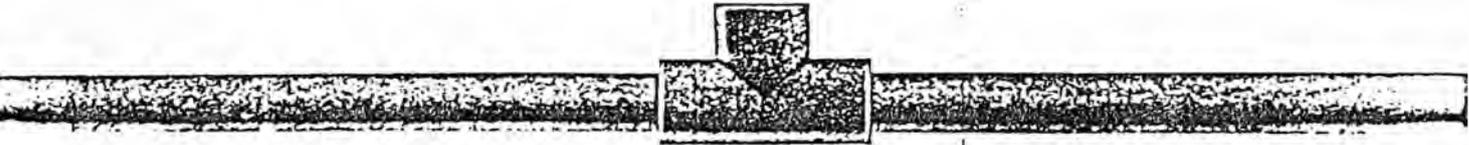
Dilatación y contracción térmica

El coeficiente de dilatación del ALDYL es de 1.6×10^{-4} cm/cm/°C, o sea que el caño dilata 1.6 cm por cada 100 m y por °C.

Debido a su bajo módulo de elasticidad, en los caños enterrados, la fricción con el terreno restringe grandemente la dilatación bajo cambios de temperaturas normales.

Permeabilidad

Todos los plásticos, dentro de cierto rango, son permeables a los gases. El caño de polietileno es ligeramente permeable a los hidrocarburos del gas, pero en una cantidad que no perjudica su funcionamiento en el servicio de distribución.



Según el Manual del Caño Plástico del AGA, la permeabilidad del PE 2306 al metano es de 4.2×10^{-3} pie³ mil. de pulgadas espesor/pie² x día x una atmósfera, esto significa que un caño de SDR 11 de 1 km. de longitud, operando a 1.5 kg/cm^2 , y con metano 100%, perderá 1.7×10^{-3} m³/día, que carece de importancia, desde el punto de vista práctico.

Carga del terreno y flexión

Debido a que las fuerzas externas que actúan sobre caños bajo tierra, en los diámetros usados en la distribución de gas son bajas, la deflexión anular del caño ALDYL[®], en instalaciones normales, no excede los valores admisibles y no se produce el colapso de la cañería.

Se pueden producir fallas por tensiones externas excesivas, a causa de un inadecuado doblado o por asentamientos del terreno.

Esto puede ser evitado si se siguen los procedimientos correctos de enterrado, los que se detallan en el manual ALDYL[®].

Reparación

Si se hace necesaria una reparación, el caño ALDYL[®] tiene la ventaja de poder ser aplastado para interrumpir el flujo

de gas y localizar y reparar la falla. El aplastamiento debe hacerse usando las técnicas y herramientas adecuadas. El procedimiento para el aplastamiento del caño y técnicas de reparación están incluidas en el manual ALDYL[®].

Unión a enchufe o a tope

El sistema admite el uso de dos tipos de unión, ambas han demostrado su alta confiabilidad a través de años.

DUCILO S.A.

Av. E. Madero 1020 - (1106) Buenos Aires

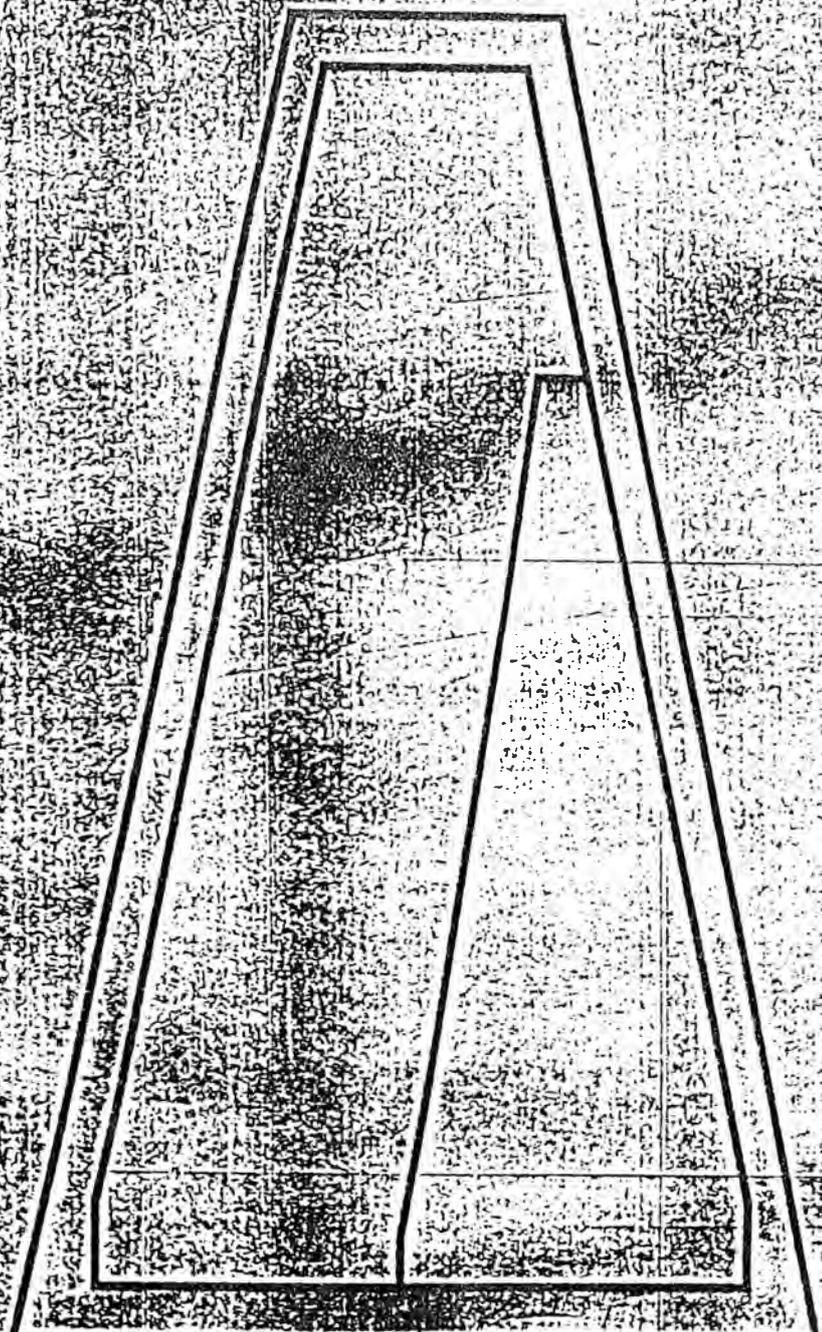
Tel. 311-3420 - 311-3429

FLORES Y AIMARETTI
Sociedad Anónima, Comercial, Industrial y Financiera



Apéndice C-3

**Calentadores, estaciones de filtración, regulación, medición
y odorización**



ARMEC srl

Administración y Fábrica:

ST. BERNARDITA 1910, (1839) 9 DE ABRIL, - P.D.O. DE ESTEBAN ECHEVERRÍA, Bs. As.

TEL./FAX: (01) 622-9685 / 5042 - - 442-6374

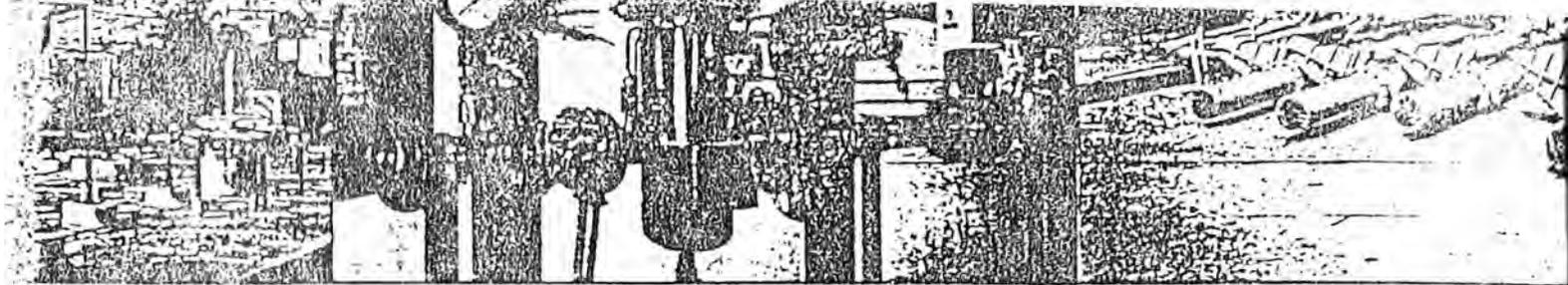
Ventas:

B. MITRE 777, 78 A. - (1036) BS. AS., ARGENTINA

TEL./FAX: (01) 372-8077 / 9957

Empresa del Gas Tataro GAST

Edgardo
DAVID NINCA
PRESIDENTE DE DIRECTORIO



CALENTADORES INDIRECTOS PARA GAS NATURAL O G.L.P. (AIH)

Muy importantes para evitar la formación de hidratos y posterior congelamiento en los sistemas de regulación para flujos de gas. Dentro del equipo se produce un intercambio de calor por medio de un baño de agua a alta temperatura produciendo un diferencial de temperatura entre la entrada y salida del gas a tratar.

Se entregan desde capacidades de 50.000 a 4.000.000 BTU/h. Su sistema de combustión y control puede ser comandado local o remoto.

SISTEMAS DE MEDICION PARA GAS NATURAL.

Se ofrece una importante y variada gama de sistemas de medición fiscal e industrial.

Pueden ser sistemas con medidores a turbina, rotativos o placa orificio. Dentro de este último se entregan con caños calibrados y enderezadores de vena según normas AGA Report N° 3 y API 2.530.

En sistemas porta placa automáticos se utilizan las de simple y doble cámara de marcas reconocidas internacionalmente como DANIEL, SUPERIOR, etc..

SISTEMAS DE MEDICION DE HIDROCARBUROS

Unidades tipo trineo, aptas para la transacción fiscal entre empresas. La exactitud en la medición es mejor al $\pm 0,2\%$. Las unidades se proveen con dos (2) o más ramas en paralelo, automáticas o manuales. Incluyen el sistema Probador para la calibración de los medidores.

Incluyen también, paneles de control interperier, en cabina de fibra de vidrio o para sala de control existente que permitan visualizar y comandar a distancia el sistema. A pedido, se suministran unidades de rechazo por alto porcentaje de agua (Unidad L.A.C.T.) para uso local y/o remota (vinculadas por radioenlace), y sistemas de muestreo proporcional al volumen.

OPCIONES

ARMEC tiene sus propias representaciones de equipamiento y sistemas importados para medición y control, pero el cliente podrá optar por éstos u otros según su preferencia, creando así sistemas abiertos con múltiples combinaciones, todos ellos compatibles.

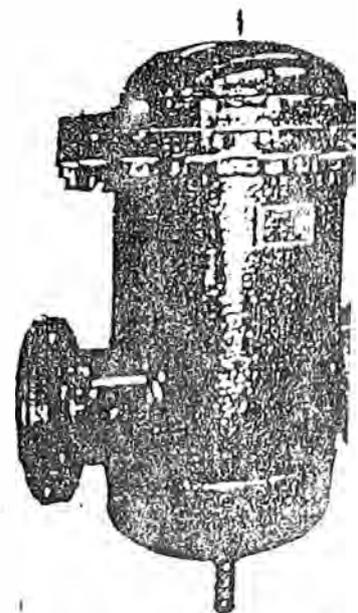
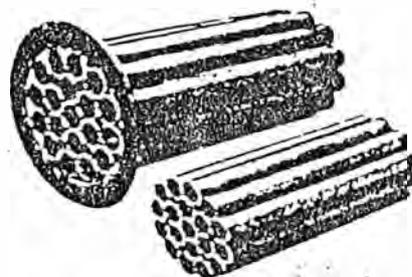
GARANTIA

ARMEC garantiza por un período de un (1) año todos sus productos, por defectos de fabricación y/o materiales. Dentro de este período reparará o reemplazará en nuestra fábrica el elemento defectuoso.

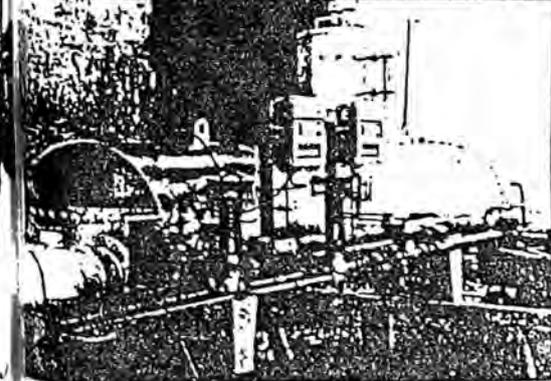
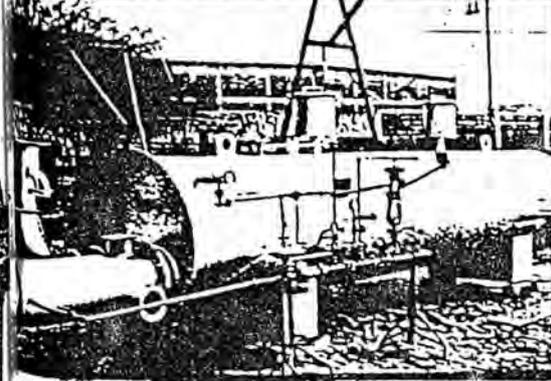
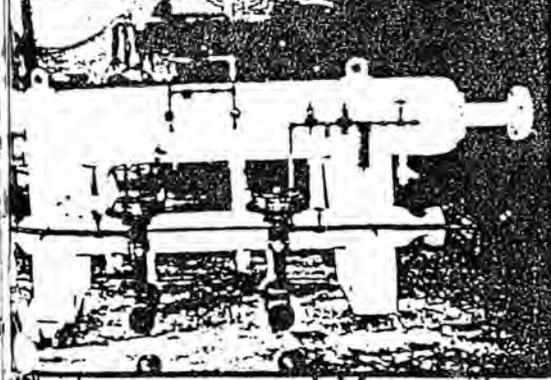
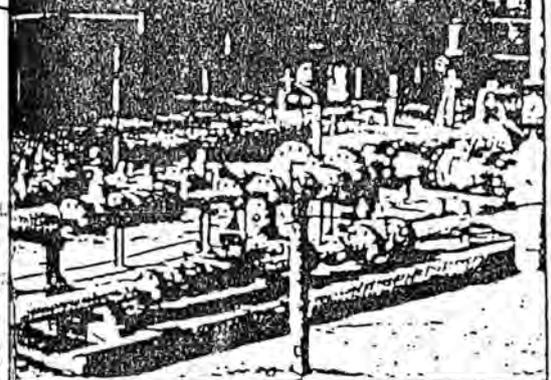
La garantía incluye la instrumentación y electrónica, transfiriendo al cliente la garantía original del fabricante.

OTROS PRODUCTOS ARMEC

- ¡ Lanzadores y receptores de trampas de "Scraper".
- ¡ Odorizadores para gas natural.
- ¡ Tanques pulmón para GLP.
- ¡ Tanques de purga o de choque.
- ¡ Colectores de crudo.
- ¡ Calentadores de petróleo.
- ¡ Sistemas paquetizados de carga para camión tanque en cargadero de destilerías.



Empresa del Gas Talara GASTALSA
Edwards
 D. K. M. NINO
 DIRECTOR GENERAL DE OPERACIONES



ESTACIONES DE FILTRACION, REGULACION, MEDICION Y ODBORIZACION

Las estaciones ARMEC resultan de una experiencia de más de 15 años atendiendo la industria del Gas y Petróleo, con una fabricación que supera las 400 unidades.

Todos sus elementos son construidos dentro de las normas y patrones establecidos mundialmente por API 1.104, AGA Report N° 3 y N° 7, ASME VIII, etc..

La configuración de las estaciones pueden variar según las necesidades del usuario, pudiendo ser aéreas o subterráneas, montadas sobre planta fija o skid móvil, (Sistemas Packages Skid) dentro de cabinas de mampostería o metálicas, etc..

- Sus componentes y sistemas auxiliares (filtros, medidores, reguladores, etc.) pueden ser controlados local o remotamente.

Las unidades y equipos son testeados con hidrotest, rayos X, ultrasonido y/o magnaflux.

A través de su equipo técnico se brinda apoyo para el montaje en obra, puesta en marcha, habilitación y mantenimiento preventivo.

FILTROS DE POLVO (AFP)

Estos equipos son muy eficientes y están proyectados para remover el 99 % de las partículas sólidas por encima de un micrón, por medio de elementos filtrantes recambiables tipo "Fiberglass".

Están disponibles en posición vertical u horizontal según la necesidad de instalación y se podrán entregar con tapas de cierre rápido para el recambio de los elementos filtrantes.

FILTRO SEPARADOR DE POLVO Y LIQUIDO (APFL)

Proyectado para remover partículas sólidas y líquidas del flujo de gas natural. Garantiza una eliminación como mínimo del 98% de líquido y sólidos, pudiendo asegurar una eficiencia del 99,9 % de remoción.

Se presentan en versión vertical u horizontal, con purga automática o manual.

FILTRO DE POLVO /SISTEMAS DE MEDICION A TURBINA (AFM)

Estos son óptimos sobre corrientes gaseosas secas y su elemento filtrante es un cartucho filtrante de papel microcelulósico.

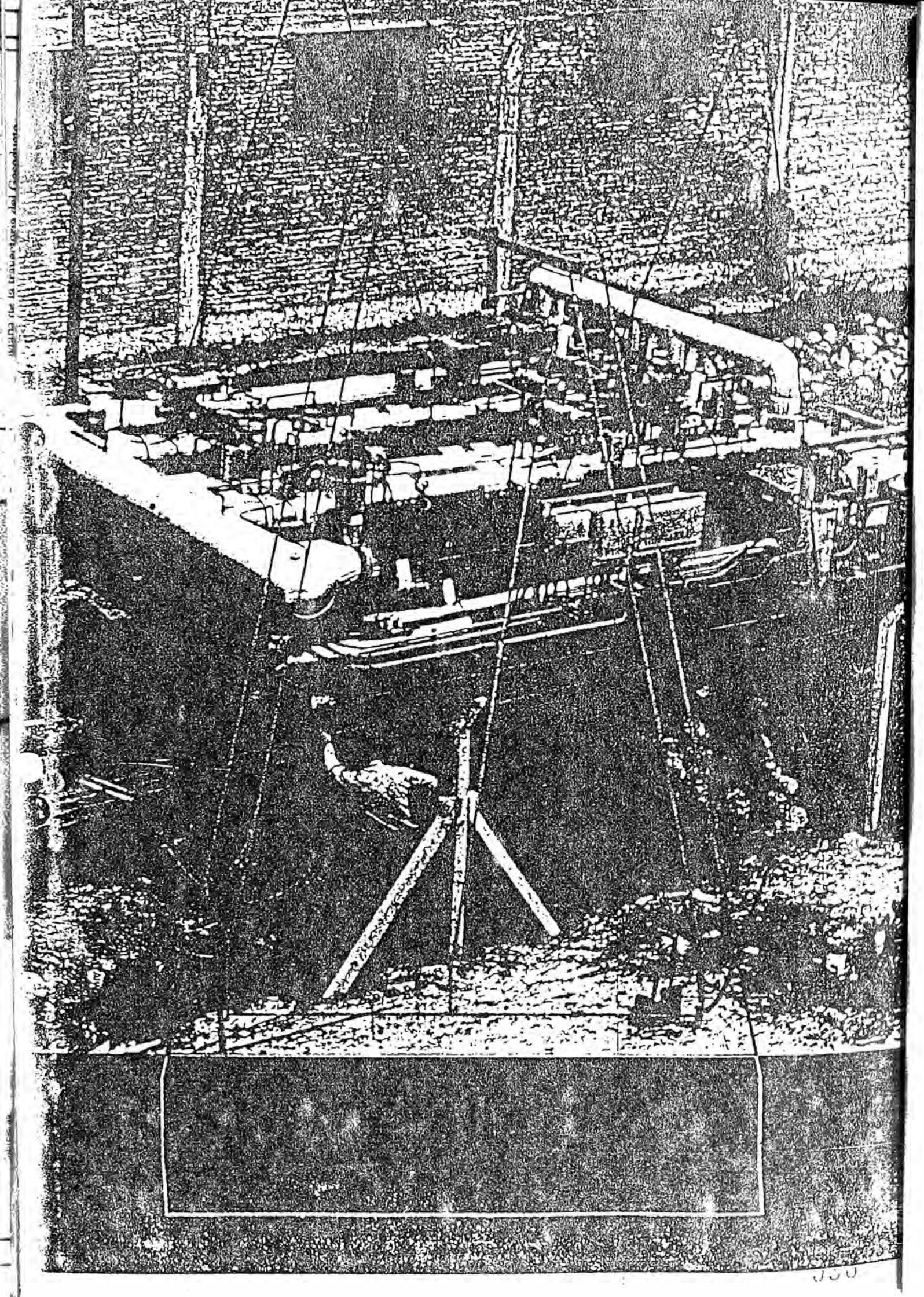
Retienen partículas de 25 micrones y mayores.

Son de fabricación estándar los de conexión "IN LINE" desde 2" a 12" serie ANSI 150-300-600.

Empresa del Gas
DAVID GARCIA NISO
GERENTE DE DIRECTORIO

SEPARADOR DE LIQUIDO (ASE)

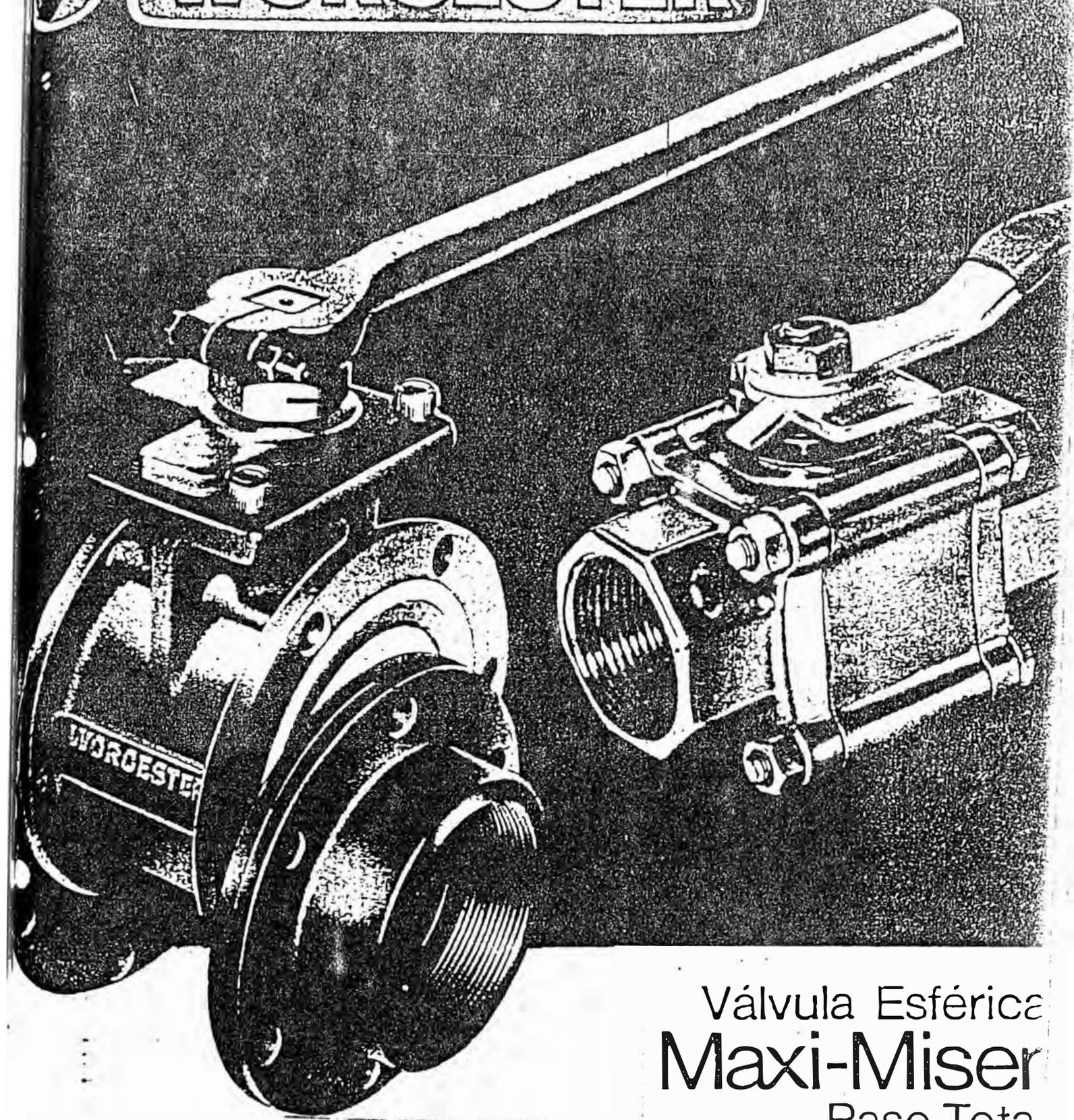
Económico y eficiente equipo de remoción de líquidos en corrientes gaseosas de todo tipo. Su eficiente sistema de chicanas o "Caja de Vans" origina un principio de aglutinamiento y goteo por gravedad. No requiere mantenimiento y se presenta en posición vertical u horizontal, conforme a las necesidades de instalación.



Apéndice C-4

Válvulas de acero al carbono

WORCESTER



Válvula Esférica
Maxi-Miser
Paso Total

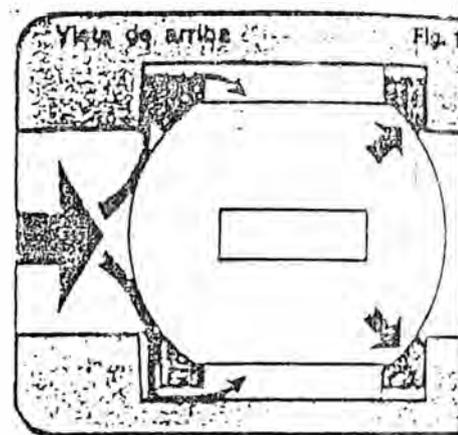
Empresa del Gas Talara GAS TALARÁ
David
DAVID 5150
Prestador de Servicios

1/4" a 4"

**Patentados,
resilientes,
ofrecen menor
torque y
duran más.**

Miser de tres piezas es una válvula esférica que permite el flujo en ambas direcciones, diseñada para operar con el asiento aguas abajo. La esfera flota y el fluido, bajo presión, la empuja sobre el asiento, efectuando y manteniendo, de esta forma, un sello positivo. La elasticidad de los asientos es el resultado de su

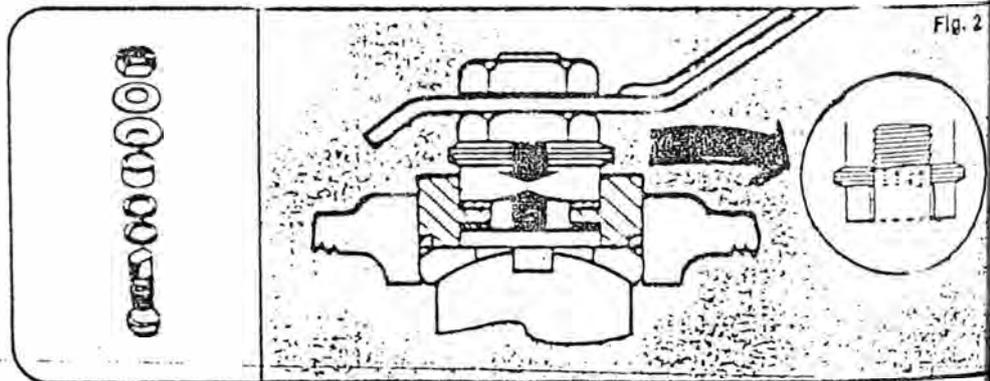
diseño y de los materiales empleados. Por lo tanto, la válvula dará un cierre perfecto a prueba de burbujas de aire, durante una larga vida en servicio, aún utilizando materiales no resilientes como Teflon o Delrin. Los asientos están diseñados para realizar una auto-limpieza en cada cierre o abertura. Esta acción elimina cuerpos extraños en la esfera y el asiento, asegurando un cierre positivo con cualquier fluido. Una serie de ranuras de alivio (Fig. 1) en el asiento, patentadas, aseguran un cierre perfecto y muy práctico. Estas ranuras alivian la presión del asiento, a la entrada, evitando a éste ser forzado contra la esfera. El resultado es menor fricción, menor torque de operación, menor desgaste del asiento y mayor vida útil. Las ranuras patentadas permiten a la Miser funcionar con un diferencial de presión mayor que las válvulas que



necesitan los dos asientos para efectuar un buen cierre. El cierre positivo en el asiento aguas abajo de la Miser, evita algunas de las mayores dificultades en el uso de válvulas esféricas; daño al asiento y elevado torque. El diseño Worcester permite una operación más suave y más eficiente.

**A prueba de
expulsión y
auto-ajustable.**

Miser es segura. El diseño del vástago no expulsable, ajustable y auto-compensador lo garantiza. El vástago, con una arandela de Teflon, se coloca por la cavidad del



cuerpo y se apoya sobre el cuello interno de la válvula. Una segunda arandela de Teflon, que sella la parte exterior del cuello, es presionada por un separador, dos arande-

las Belleville y una tuerca de ajuste. Las arandelas Belleville automáticamente compensan desgastes, como también la dilatación por efecto térmico.

**Instale una
Miser por su
menor costo.**

El valor del diseño Miser es algo que se puede medir en dinero. La Miser está preparada para su instalación sin ningún adicional. Las válvulas bridadas y roscadas standard

necesitan materiales adicionales y la mano de obra es sustancialmente mayor que para la Miser.

VALVULAS ESCLUSAS STANDARD

Bridas, juntas, tuercas, bulones, soldaduras de las bridas abulonadas. Su mayor peso y la mano de obra para su instalación, elevan el costo de la válvula esclusa, resultando 30% mayor que la Miser.

VALVULAS ESFERICAS CONVENCIONALES

Uniones dobles y mano de obra,

elevan el costo total de instalación en un 20% más que la Miser.

LA VALVULA MISER

La Miser es de instalación más económica porque no requiere uniones de bridas, juntas, tuercas ni bulones. Su construcción en tres partes convierte en válvula y unión al mismo tiempo, resultando su instalación fácil y rápida y su mantenimiento simple.

Telfoa, Delrin, Reg. T.M. du Pont.
Empresa del Gas: GASTALSA

Bridas ANSI 150

Modelos AB-150 Standard
ABF-150 Construcción Antifuego

Materiales standard

Cuerpo: Acero ASTM A 216 WCB

Esfera: Acero AISI 416 (hasta 2")

Acero al carbono cromado duro (3" a 10")

Vástago: Acero AISI 416

Asientos: Teflon virgen

Juntas: Teflon

Juntas antifuego: Grafito especial

Palanca: Acero moldeado

Materiales opcionales

Esfera y vástago: Acero inoxidable AISI 316

Asientos: Teflon reforzado con fibra de vidrio

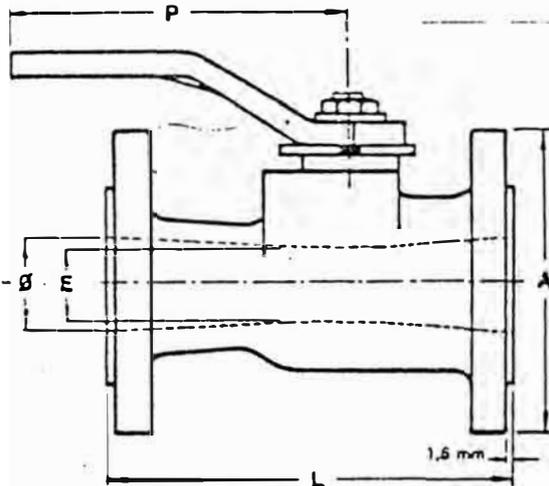
Actuadores opcionales

Operador a volante (recomendable en ϕ 8" y 10")

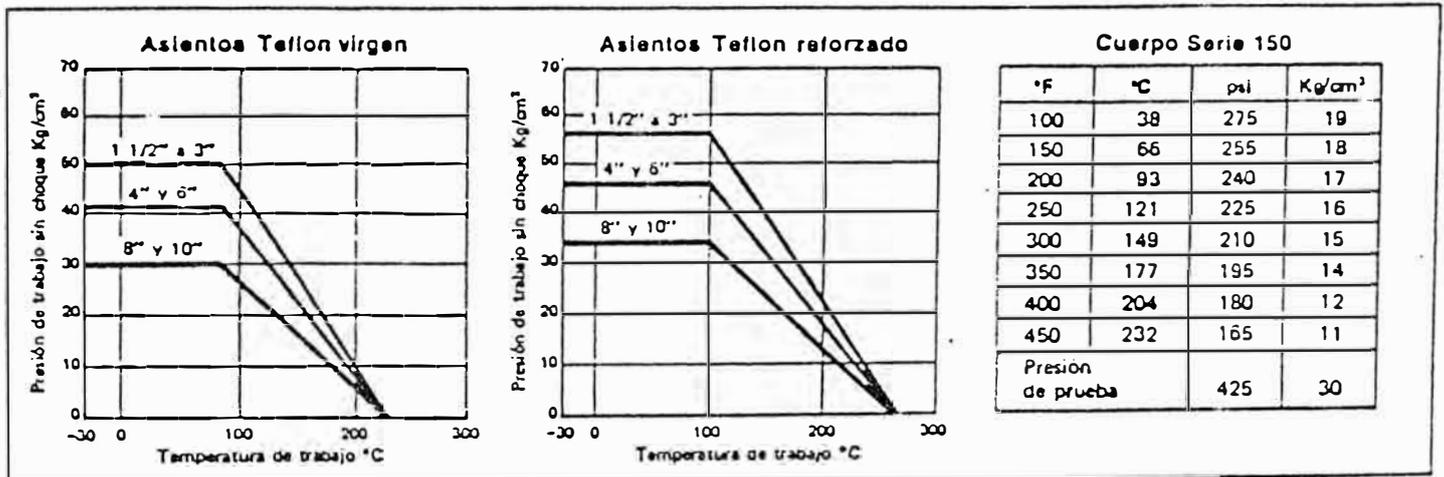
Operador neumático

Dimensiones

ϕ	pulg	1 1/2	2	3	4	6	8	10
	mm	40	50	80	100	150	200	250
L	mm	165	178	203	229	267	292	330
A	mm	125	153	191	229	280	343	406
H	mm	100	125	160	175	240	250	365
P	mm	210	210	330	390	640	740	920
E	mm	32	38	59	83	114	152	200



Rangos de presión y temperatura



Factor Cv y pérdidas de carga

ϕ	pulg	1 1/2	2	3	4	6	8	10
Factor Cv		94	118	350	610	1300	2100	3500
Longitud equivalente m		1,4	2,7	2,6	3,5	6,7	11	12,8

Intercambiabilidad

Estas válvulas son intercambiables con las válvulas esclusa y tapón lubricado diseño corto, Serie 150 hasta 8" y tapón lubricado diseño Venturi en 10"

Bridas ANSI 300

Modelos AB-300 Standard

ABF-300 Construcción Antifuego

Materiales standard

Cuerpo: Acero ASTM A 216 WCB

Esfera: Acero AISI 416 (hasta 2")

Acero al carbono cromado duro (3" a 10")

Vástago: Acero AISI 416

Asientos: Teflon virgen

Juntas: Teflon

Juntas antifuego: Grafito especial

Palanca: Acero moldeado

Materiales opcionales

Esfera y vástago: Acero inoxidable AISI 316

Asientos: Teflon reforzado con fibra de vidrio

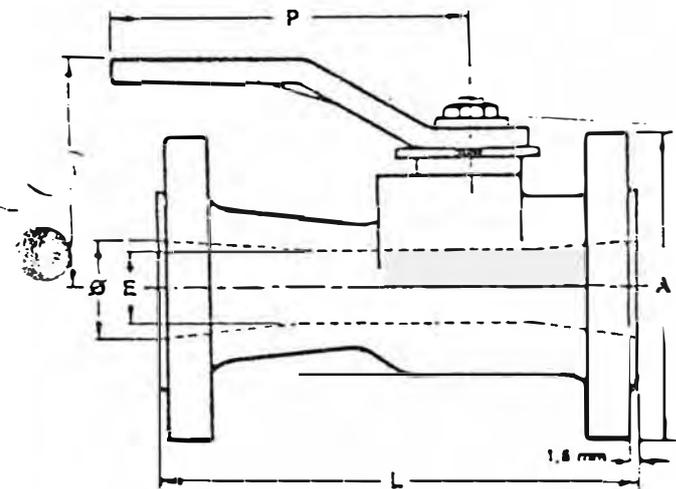
Actuadores opcionales

Operador a volante (recomendable en ϕ 6" y mayores)

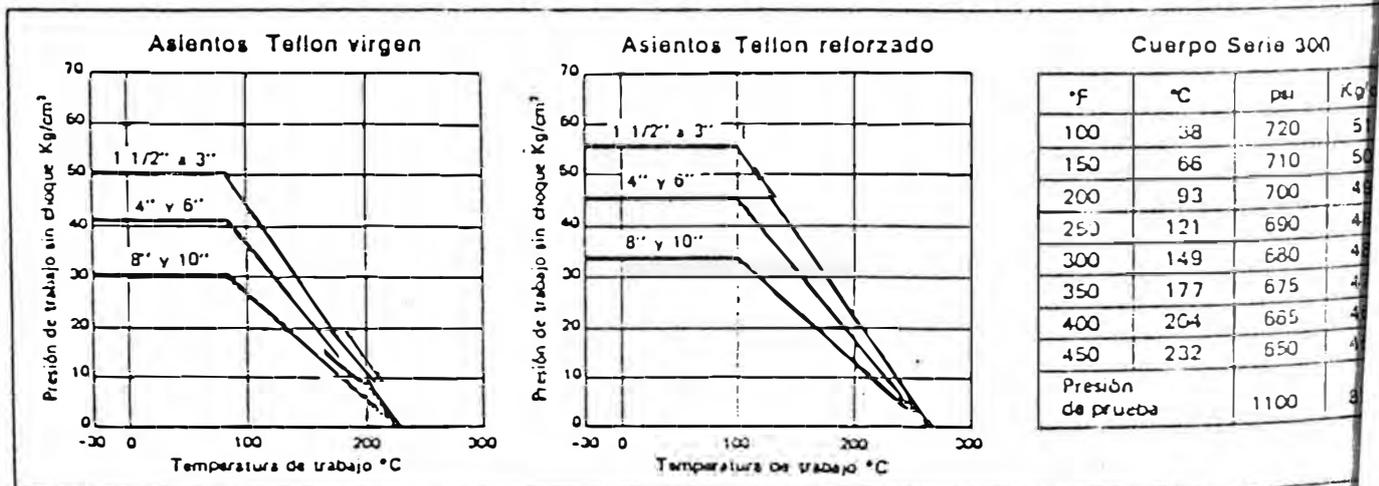
Operador neumático

Dimensiones

ϕ	pulg	1 1/2	2	3	4	6	8	10
	mm	40	50	80	100	150	200	254
L	mm	191	216	283	305	403	419	457
A	mm	156	165	210	254	327	381	444
H	mm	100	125	160	175	240	250	368
P	mm	210	210	390	390	740	740	950
E	mm	32	38	59	83	114	152	200



Rangos de presión y temperatura



Factor Cv y pérdidas de carga

ϕ	pulg	1 1/2	2	3	4	6	8
Factor Cv		94	118	350	610	1300	2100
Longitud equivalente m		1,4	2,7	2,6	3,5	6,7	11

Intercambiabilidad

Estas válvulas son intercambiables con las válvulas esclusa en medidas. Con las de tapón lubricado diseño regular hasta 4" lubricado diseño Venturi en 6" y mayores, de la serie 300

Modelos	AB-600	Standard
	ABF-600	Construcción Antifuego
	AB-601	Bridas Ring-joint

Materiales standard

Cuerpo: Acero ASTM A. 216 WCB

Esfera: Acero AISI 416 (2")

Acero al carbono cromado duro (3" a 6")

Vástago: Acero AISI 416

Asientos: Nylon.especial

Juntas: Teflon

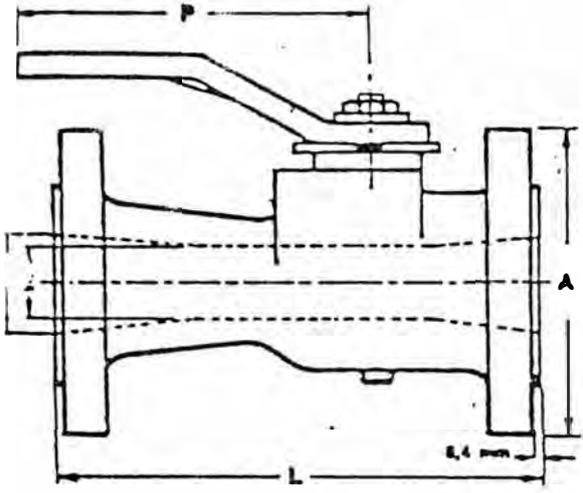
Juntas antifuego: Grafito especial

Materiales opcionales

Esfera y vástago: Acero inoxidable AISI 316

Actuador opcional

Operador a volante (recomendable en ϕ 6")

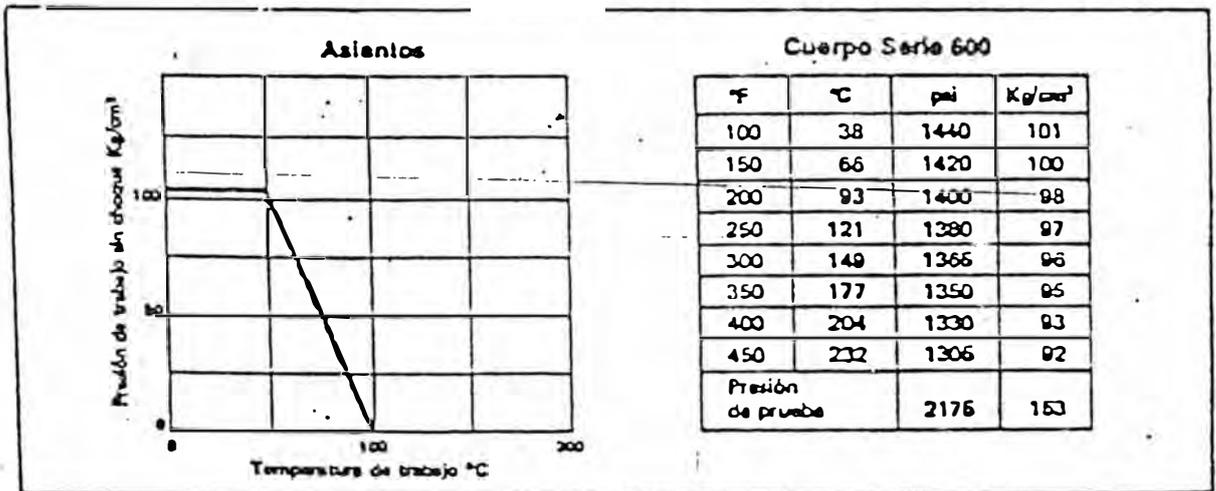


Dimensiones

ϕ	ulg	1	1 1/2	2	3	4	6
	mm	25	38	50	80	100	150
L	mm	216	241,5	292	356	432	559
L (ring-joint)		216	241,5	295	359	435	562
A	mm	124	155,5	165	209,5	273	356
H	mm	76	110	115	178	195	235
P		267	312	312	492	492	835
E		20	32	38	60	83	114

Rango

ón y temperatura



Factor Cv y pérdidas de carga

ϕ	ulg	2	3	4	6
Factor Cv		118	350	610	1300
Longitud equivalente m		2,7	2,8	3,5	6,7

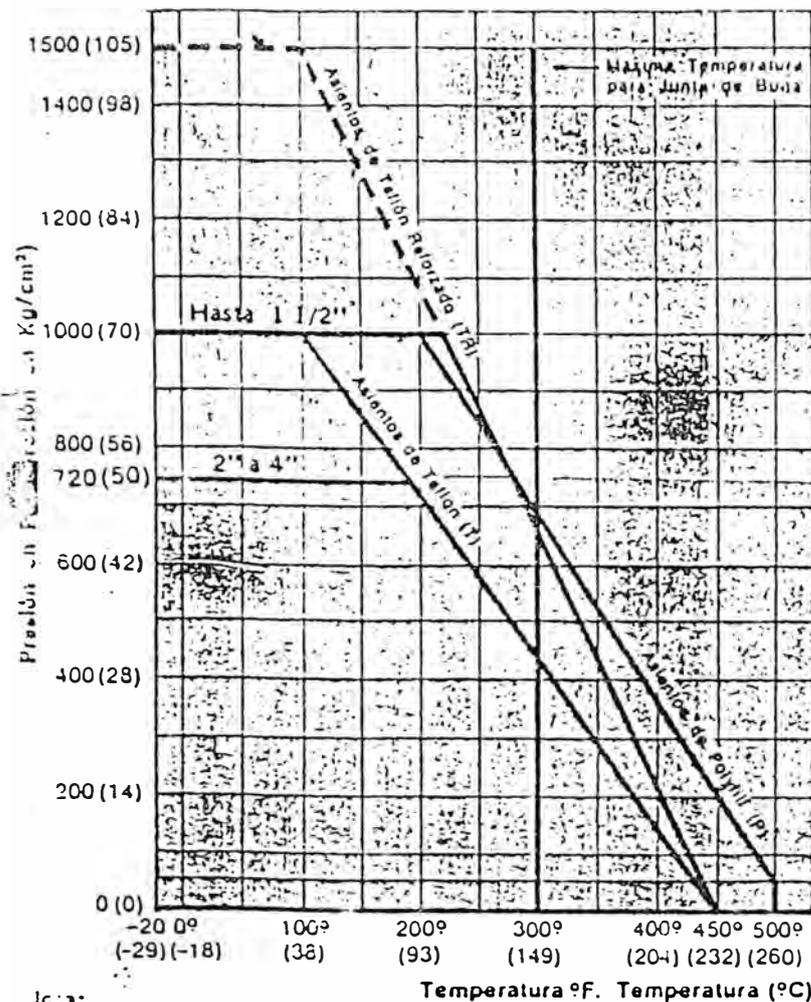
Intercambiabilidad

Estas válvulas son intercambiables con las válvulas esclusa y con las tapon lubricado diseño regular y Venturi de la misma serie.

medidas. Con las de tapon lubricado diseño regular hasta 7" y las lubricado diseño Venturi en 6" mayores, de la serie 300

Presión vs. Temperatura

Fig. 3



Nota: Asientos de teflón reforzado pueden ser usados hasta 1500 PSI. Alguna disminución en la vida útil de los asientos puede ocurrir a partir de 1000 PSI.

Pérdida de Carga Cv

Las válvulas paso total, de la línea M. 59, tienen un valor Cv que equivale al 1/100 de la resistencia del tubo. El equivalente del largo valor Cv es el siguiente:

Tamaño Válvula	Equiv. del largo de caño Sched. 40 en pulgadas.	Cv. Aprox.
1/4" - 3/8"	1.50	8.0
1/2"	1.75	16.0
3/4"	2.50	35.0
1"	3.00	50.0
1 1/4"	3.25	100.0
1 1/2"	3.75	150.0
2"	5.12	250.0
3"	7.50	600.0
4"	11.75	950.0

Torque máximo

Tamaño Válvula	Torque	
Pulgadas	(pul./lbs)	(Kg./cm²)
1/4" - 3/8"	50	(35)
1/2"	75	(52)
3/4"	125	(115)
1"	200	(230)
1 1/4"	400	(345)
1 1/2"	600	(460)
2"	800	(690)
2 1/2"	1200	(920)
3"	2000	(2300)
4"	4300	(4945)

Peso

Tamaño Válvula	Peso bruto
1/4" - 3/8"	0.56
1/2"	0.79
3/4"	1.35
1"	1.81
1 1/4"	2.71
1 1/2"	3.62
2"	5.60
2 1/2"	13.60
3"	20.00
4"	36.00

ventajas de la Maxi-Miser

- Pasaje pleno sin pérdida de presión.
- Diseño en 3 piezas, con gran variedad de extremos.
- Menor torque y menor desgaste del asiento.
- El vástago no puede ser expulsado.

TIPO	MATERIALES	CODIGO
Cuerpo y Tapas	Bronce	1
	Ac. Carbono	4
	Ac. Inox. 316	6
Vástago	Idem anterior	
Asientos	Teflón	T
	Teflón reforzado	TR
	Dalrim	Y
	Polyfil	P
	Teflón	B
	Bons	B
	Rosca	BSPT
	Para soldar	NPT
	Para soldar a tope	SW
		BW

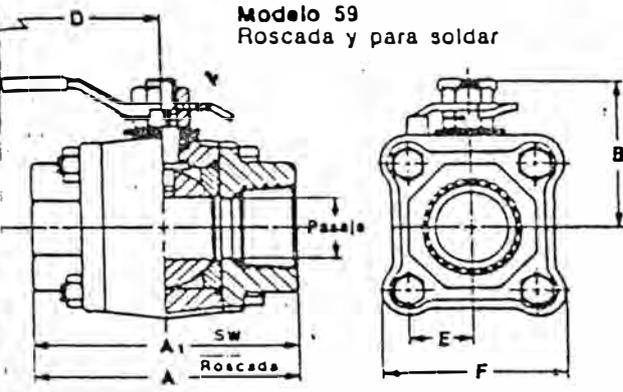
Como especificar válvulas esféricas, paso total.





WORCESTER

Modelo 59
Roscada y para soldar



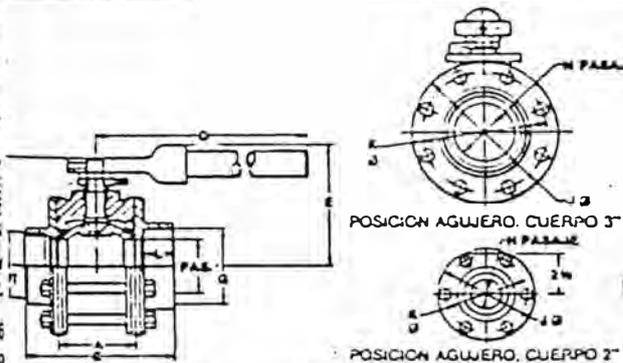
Dimensiones

Medidas en pulgadas, (entre paréntesis en mm)
Fig. 4

Medida Valvula	A	A ₁	B	C	D	E	F	ØSW	Pasaje
1/4"	2.25 (57.15)	2.19 (55.63)	1.50 (38.1)	1.81 (45.97)	4.25 (107.95)	.625 (15.87)	1.75 (44.45)	.55 (14.1)	.44 (11.16)
3/8"	2.25 (57.15)	2.19 (55.63)	1.50 (38.1)	1.81 (45.97)	4.25 (107.95)	.625 (15.87)	1.75 (44.45)	.69 (17.5)	.44 (11.16)
1/2"	2.70 (70.87)	2.73 (69.34)	1.62 (41.15)	1.88 (47.75)	4.25 (107.95)	.750 (19.05)	2.00 (50.8)	.65 (16.5)	.56 (14.22)
3/4"	3.69 (93.73)	3.63 (92.20)	2.19 (55.63)	2.44 (61.98)	5.75 (146.05)	.875 (22.22)	2.36 (60.45)	1.07 (27.1)	.81 (20.57)
1"	4.19 (106.43)	4.13 (104.90)	2.44 (61.98)	2.62 (66.55)	5.75 (146.05)	1.000 (25.4)	2.62 (66.55)	1.33 (33.8)	1.00 (25.4)
1 1/4"	4.53 (115.06)	4.47 (113.54)	2.81 (71.37)	3.12 (79.25)	7.00 (177.80)	1.125 (28.57)	3.00 (76.20)	1.67 (42.5)	1.25 (31.75)
1 1/2"	4.98 (126.49)	4.90 (124.46)	3.00 (76.20)	3.31 (84.07)	7.60 (192.7)	1.312 (33.32)	3.38 (85.95)	1.91 (48.6)	1.50 (38.1)

Dimensiones

Medidas en pulgadas, (entre paréntesis en mm)
Fig. 5

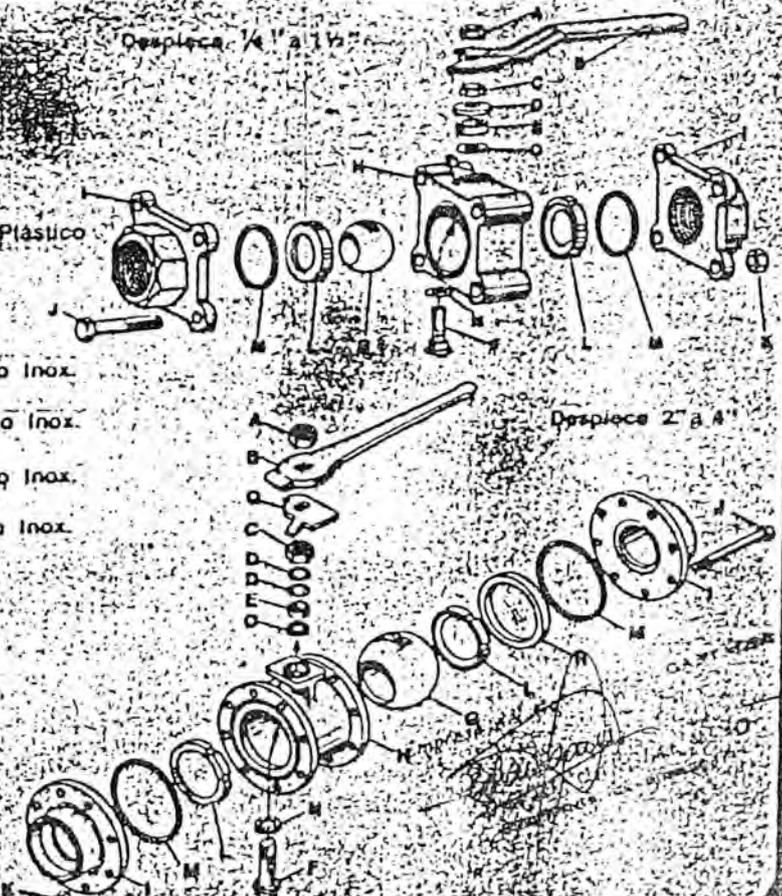


Medida Valvula	A	B	C	D	E	H	J	K	L	SW	Pasaje
2"	2.86 (72.7)	5.5 (142)	4.6 (118)	10.2 (260)	5.4 (138.5)	2.0 (50.8)	5.8 (148)	4.9 (125)	1.02 (26.0)	2.41 (61.1)	2 (50.8)
2 1/2"	3.28 (83.3)	6.15 (156.3)	6.10 (154.9)	19.1 (485)	6.10 (154.9)	2.50 (63.5)	6.44 (163.5)	5.51 (140.0)	1.26 (32.0)	2.90 (73.7)	2.50 (63.5)
3"	4.28 (108.8)	7.55 (191.8)	6.94 (176.4)	19.10 (485)	6.34 (162.5)	3.25 (82.5)	8.12 (206.4)	6.87 (174.5)	1.32 (33.5)	3.53 (89.0)	3.25 (82.6)
4"	5.75 (146.0)	11.73 (298.0)	7.22 (183.3)	22.24 (565)	7.22 (183.3)	4.02 (102.2)	11.00 (279.5)	9.37 (238.1)	2.66 (67.0)	4.53 (115)	4.37 (111)

La empresa se reserva el derecho de modificar cualquiera de las características o medidas de las valvulas.

especificacion de materiales de la valvula Maxi-Miser

- Tuerca de Palanca:** Acero al Carbono, Cadmiado
- Palanca:** Acero al Carbono, Recubierto con Plastico
- Tuerca de Retencion:** Acero al Carbono, Cadmiado
- Resortes Belleville:** Acero al Carbono, Cadmiado
- Separador:** Acero Inoxidable 416
- Vástago:** (Bronca, Acero al Carbono, Acero Inox. 303, 304, 316, Monel)
- Estera:** (Bronca, Acero al Carbono, Acero Inox. 304, 316, Monel)
- Cuerpo:** (Bronca, Acero al Carbono, Acero Inox. 303, 304, 316)
- Extremos:** (Bronca, Acero al Carbono, Acero Inox. 303, 304, 316)
- Bulones:** SAE GR5, Cadmiado
- Tuerca:** Acero al Carbono, Cadmiado
- Asiento:** (Teflon, Teflon con 15% Vidrio, Delrin y Polyll)
- Junta Cuerpo:** Teflon, Buna, Viton, EPDM, Neopreno
- Asiento:** Teflon con 25% Vidrio
- Asiento de Vástago:** Teflon con 15% Vidrio
- Arbol:** Acero
- Arbol Superior:** Acero Carbono, Acero Inox. 316





cinplasi

UNA EMPRESA DEL GRUPO

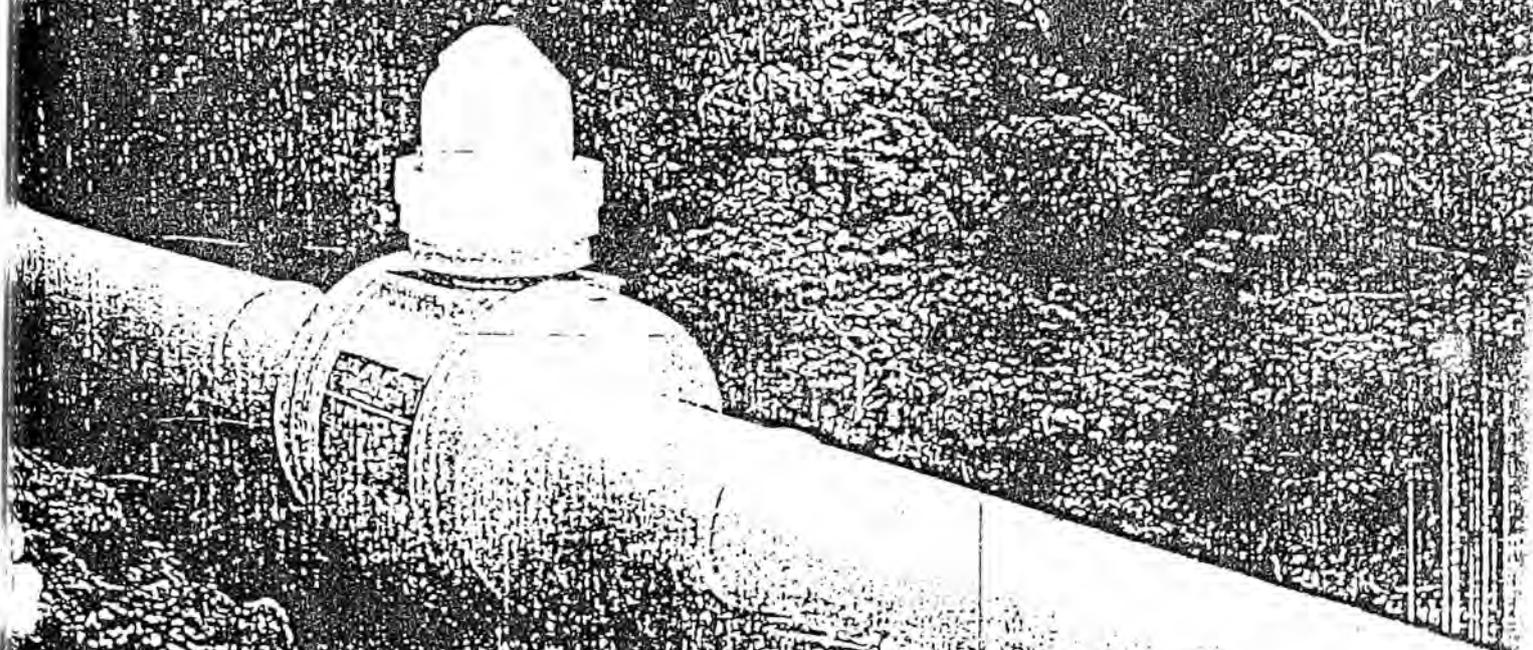


AMANCO

Apéndice C-5
Válvulas de polietileno

Polyvalve®

polyethylene valves...



now more than ever,
the perfect partners for polyethylene piping

VALVULAS WORCESTER DE ARGENTINA S.A.
Perú 1345 (1141) Buenos Aires
Teléfono: 362-2852-0037-2221-2661
Teléfax: 18893 VALVO y 25028 WORCE
Fax: 54-1-334-8236
54-1-332-6025



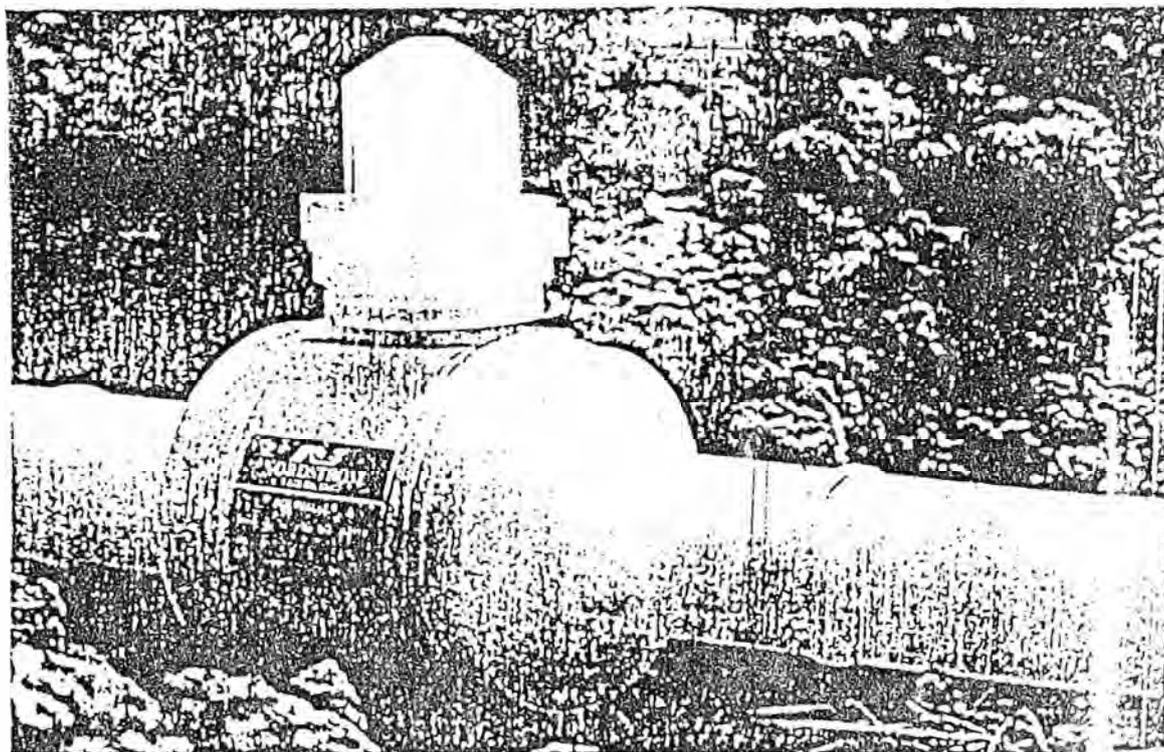
Empresa del Gas Plata GASTALBERG
David Urcola
DAVID URCOLA
PRESIDENTE DE DISTRIBUCION

Carlos G. Parodi
CARLOS G. PARODI
ING. CIVIL

JAIÑE BERNARDO COLL S.A.
Raul Vizcay
ING. RAUL VIZCAY
APODERADO

Table of Contents

Design, Qualification and Production	6-7	Engineering and Technical Data	
Blowdown Tests	7	Ball Valves—Sizes 1/2 through 2	
Creep and Stress Rupture Tests	7	Design Features	9
Design	6	Dimensional Data	9
Design Objectives	6	Figure Number Chart	9
Other Tests	7	Ball Valves—Sizes 2 through 8	
Pipe Bending and Tensile Tests	7	Design Features	10
Production and Testing	7	Dimensional Data	11
Qualification Tests	6	Figure Number Chart	11
Torque and Impact Resistance Tests	7	Plug Valves—Sizes 1/2 through 1-1/4	
General Information	5	Design Features	12
Norstrom...a history	4	Dimensional Data	13
Our Commitment	6	Figure Number Chart	13
Things to consider	3	Materials of Construction	14



Things to Consider

...when buying polyethylene valves:

- Quality
- Reliability
- Technical & Field Support
- Warranty
- Economics

...because to replace one, your costs include...

- Service Interruption
- Environmental Liabilities
- Labor and Equipment
- Lost Natural Gas
- Valve Cost

With a Polyvalve[®] polyethylene valve
from the Nordstrom Pros,
you get the Nordstrom Edge...

- Over 75-Years of Nordstrom Dependability
- A 5-Year Warranty
- A Support Network...
 - Field Sales
 - A Factory Support Team
 - Stocking Distributors
- Over 70-Years of Experience in Gas Distribution

Value • Quality • Dependability...

...the Nordstrom Edge!TM

JAI ME BERNARDO COLL S.A.
CARLOS G. FERRER

JAI ME BERNARDO COLL S.A.
ING. RAUL VIZCAY
APODERADO

Empresa del Gas

DAVID VIZCAY
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN

strom..

...a history of leadership and excellence in valving for gas distribution service!

ana de la trayectoria del Pacífico

- 1875 Sven Nordstrom invents the lubricated, tapered plug valve.
- 1880 Patent issued to Nordstrom for the lubricated, tapered plug valve.
- 1885 Nordstrom plug valve is installed in a gas distribution system.
- 1890 Polyvalve ball & plug valves—the world's first polyethylene valves for gas distribution—are introduced. Sizes 1/2 to 1-1/4 in plug design and sizes 2 to 4 in ball design.
- 1900 Size 6 Polyvalve ball valve is introduced.
- 1923 Size 8 Polyvalve ball valve is introduced.
- 1953 Sizes 1/2 through 1-1/4 Polyvalve II ball valve is introduced.
- 1991 Size 2 Polyvalve II ball valve is introduced.

Polyvalves ball and plug valves, available in the most popular PE piping materials, are offered in the largest range of sizes in the world—sizes 1/2 through 8. Polyvalve ball and plug valves are rated at the maximum allowable service pressure for PE materials, as approved by ASTM, at temperatures from -20°F to 100°F (-20°C to +38°C).

Polyvalve polyethylene valve seals are molded from resilient High Buna N material which was selected for superior sealing qualities, resistance to abrasion and wear, and compatibility with the natural gas distribution environment.

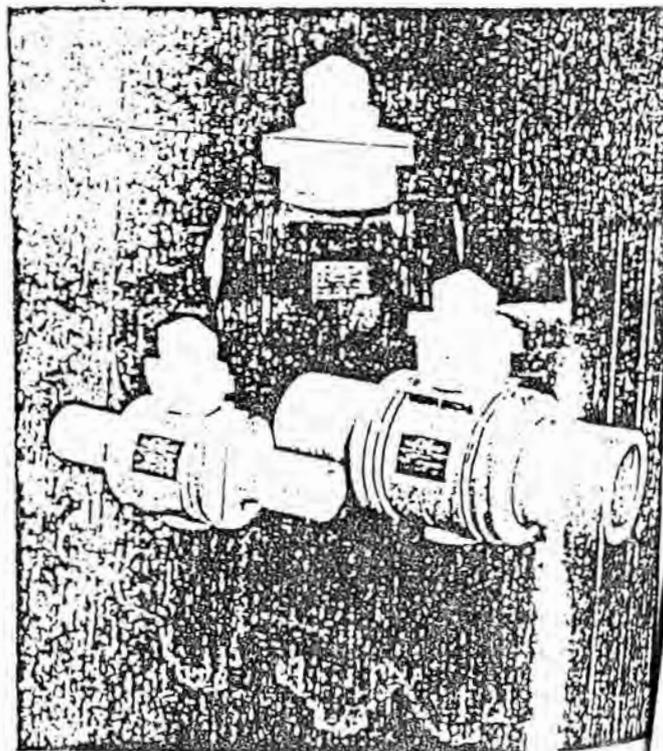
The Polyvalve polyethylene valve feature obstruction-free openings. The wide-open designs permit particulates to pass through the valves with minimum effect. Unlike a butterfly design, Polyvalve ball and plug valves have no obstructions in the port area. The straight through, wide-open designs allow for easy hot-taps in the line—a particularly convenient feature for a gas distribution system.

Dependable, low-torque, light shutoff. Polyvalve polyethylene valves...now more than ever, "the perfect partners" for polyethylene gas distribution systems!

Polyvalve ball and plug valves have grown up with polyethylene (PE) piping in gas distribution systems. When you needed newer materials, Polyvalve polyethylene valves were there! When you needed larger sizes, Polyvalve ball valves were there!

Polyvalve ball and plug valves have met the challenge of providing compatible valving for polyethylene piping in gas distribution systems. In virtually every type of gas distribution environment, Polyvalve PE valves have provided extraordinarily dependable service. Now more than ever, Polyvalve ball and plug valves are "the perfect partners for polyethylene piping"!

Full-service, low-torque, quarter-turn Polyvalve polyethylene valves fuse directly to PE piping. Because they are made from polyethylene, Polyvalve ball and plug valves are superior to metal valves and metal-to-plastic transition pieces because they eliminate the need for corrosion-inhibiting valve coatings, cathodic protection and periodic federally mandated piping system inspections.



Just part of the Polyvalve polyethylene valve family! Available in the most popular range in the business! Available in the most popular 5-Year Warranty! From Nordstrom, the leader in valve excellence for gas distribution service!

largest size materials innovation

Empresa del Gas

DAVID... NISO... DIRECTOR

The information on this page is for the benefit of "newcomers" to polyethylene piping and Polyvalve polyethylene valves.

Polyethylene Materials

Polyethylene pipe is manufactured from PE resins, which must meet certain codes and standards. In the U.S. the resins meet all the requirements for natural gas service imposed by ASTM and ANSI standards and by the Federal Department of Transportation (DOT) Office of Pipeline Safety.

Among the many factors influencing the mechanical properties of polyethylene is the degree of polymerization involved in processing the material. This is reflected in the average molecular weight and density of the materials.

Pipe, fittings and valves made in these categories of materials are designated by ASTM standards which define the kind of material, the molecular weight class of the material, and the strength classification of the material. For your convenience, this information is shown in the table below.

Polyvalve ball and plug valves are made in the five materials shown in the table. Most users of polyethylene pipe will insist that polyethylene valves and fittings be made of the identical material as the pipe, because of fusion procedures.

Standard Dimension Ratio (SDR)

Plastic pipe and fittings are not rated in the same way as metal valves. Instead, pipe and fitting pressure ratings are defined by a Standard Dimension Ratio (SDR) which is related by calculation or by tables to an allowable pressure.

The SDR of pipe is found by dividing the pipe outside diameter (D.O.) by the minimum pipe wall thickness (mwt). For example, a typical 2" pipe has an outside diameter of 2.375 inches (60 mm) and a minimum wall thickness of 0.216 inches (5.49 mm). Therefore,

$$SDR = \frac{2.375}{0.216} = 11$$

The most common polyethylene pipe SDR ratings are 9.3, 10, 11, 13.5, and 15. The lower the number, the higher the allowable pressure—because the lower number results from thicker walls.

As an example, the table below shows the maximum allowable service pressures for PE 2406 and PE 3408 materials for SDR 9.3 and SDR 11.

Maximum Allowable Service Pressures
—in psig and bar—for
service temperatures up to 73.4°F (23°C)

SDR	Non-Lethal Services		PE 2406		PE 3408	
	psig	(bar)	psig	(bar)	psig	(bar)
9.3	150	(10.4)	96	(6.6)	100	(6.9)
11	125	(8.6)	80	(5.5)	100	(6.9)

*49CFR, Part 192 imposed maximum limit.

Polyvalve Polyethylene Valve Figure Number System

The Polyvalve PE valve figure number system utilizes a five-digit number which describes the valves as shown below.

- Identifies the valve as a Polyvalve polyethylene valve
- Material designation:
 - Uponor Aloyl "A"
 - Phillips Marlex TR-418
 - Phillips Discopipe 6000
 - Plexco Yellowpipe
 - American Hoechst GM 5010T2
- Defines flow passage (full or reduced) and end connection (American or metric dimension):
 - Full opening—American inch pipe size ends
 - Reduced opening—American inch pipe size ends
 - Full opening—metric ends
 - Reduced opening—metric ends
 - Full opening—special ends
 - Reduced opening—special feature ends
- Standard Dimension Ratio (SDR) (i.e., 9.3, 10, 11, 13.5, 15)
00—Special feature!

XXXXX

Special feature ends include "Copper Tube Size" (CTS), integral socket ends, stub and SDR different from valve rating SDR, etc.

Polyvalve Polyethylene Valve Body Materials and Designations

Supplier of Resin	Supplier's Tradename	ASTM Material Designation	Supplier's Material Identification Color	Remarks
Uponor	Aloyl "A"	PE 2406	Green	Medium Density
Phillips	Marlex TR 418	PE 2406	Yellow	Medium Density
Phillips	Discopipe 6000	PE 3408	Black	Extra High Molecular Weight
Chevron	Plexco Yellowpipe	PE 2406	Yellow	Medium Density
American Hoechst	Hoechst GM 5010T2	PE 3408	Black	High Density

- Aloyl is a registered trademark of Uponor Aloyl Company
- Marlex is a registered trademark of Phillips Discopipe, Inc.
- Discopipe is a registered trademark of Phillips Discopipe, Inc.
- Plexco is a registered trademark of Chevron Chemical Company
- Hoechst is a registered trademark of Hoechst Aktiengesellschaft

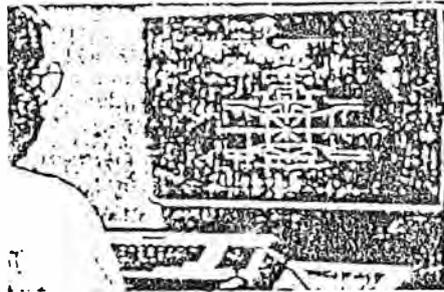
JAI ME BERNARDO COLL S.A.
CARLOS M. PASTOR

JAI ME BERNARDO COLL S.A.
ING. RAUL VIZCAY

Design, Qualification and Production

Polyvalve polyethylene valves have solidly stood on their own merits since their introduction in 1976. The all-polyethylene valve bodies have virtually eliminated any concern about fusion compatibility, because they can be matched and directly re-fused to the popular types of PE piping.

Polyvalve ball and plug valves have been the choice for polyethylene valving in PE gas distribution systems because they are long-lasting and dependable. Our initial exhaustive research, development and testing of Polyvalve ball and plug valves is the reason so many gas utilities have come to rely on them.



Horstrom Engineering utilizes state-of-the-art computer-aided design systems.

Our Commitment

The rapid growth in the use of polyethylene piping had a major impact on valve installations. Costly transition pieces were necessary to connect metal valves to PE pipe. Using metal valves meant corrosion protection and record keeping had to be continued. The effects of metal valve operating torques on polyethylene pipe were a special consideration.

As we talked with utilities which were using polyethylene pipe, we began to receive indications that there was a real need for non-metallic valves which were compatible with the principal grades of polyethylene pipe.

These "indications" were confirmed by a market survey—we questioned utilities serving over 90% of the gas consumers in the United States. At that point, we made our commitment to develop a polyethylene valve suitable for buried gas distribution service.

Design Objectives

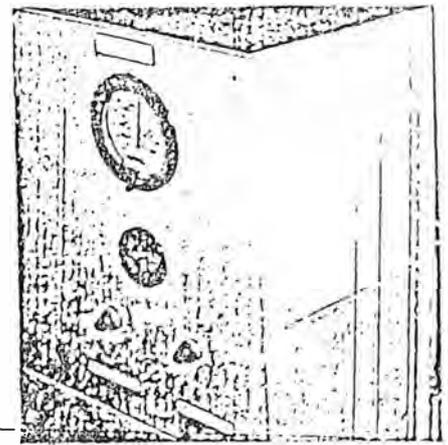
Our experience in gas distribution and responses to the market survey permitted some key design objectives to be set. Some of these were dictated by service conditions and applied to any gas distribution valve, metal or polyethylene, while others were peculiar to a polyethylene valve. Our design objectives were really the objectives of the gas distribution industry—because you told us what you needed. The Polyvalve ball and plug valves we introduced in 1976 met all of our design objectives. The Polyvalve ball valves we've introduced since that time have also met those same objectives.

Design

The challenges of meeting the combination of requirements set forth by the design objectives were unique. There were no precedents for a polyethylene valve of the type and sizes required. At that time, there were no national codes or standards defining requirements for PE valve for gas distribution service—ANSI/ASTM B16.40 was issued later. Many prototype valves were built and tested. A number of final prototypes were later released to selected customers for evaluation and test. Those utilities indicated a high degree of satisfaction with the valve design and test results.

In response to suggestions made during the utility evaluations, a number of minor detail changes were made prior to releasing the design to production.

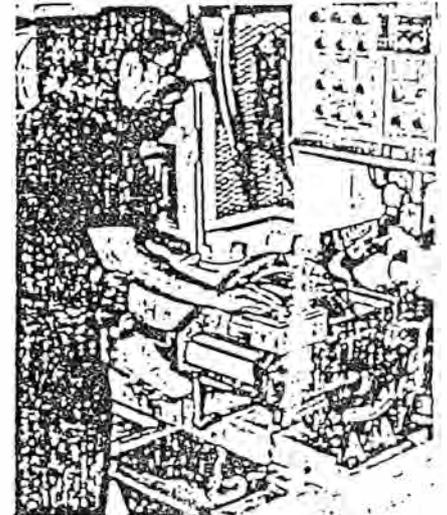
While physical size limitations and other considerations mean that smaller Polyvalve PE valves do not look like their larger counterparts, all Polyvalve ball and plug valves are manufactured in the same basic method.



Polyvalve PE valves undergo long-term life cycle qualification testing, in the Horstrom laboratory, in accordance with ANSI B16.40 test standards. This testing is also a critical element of Horstrom's own on-going internal audit procedure to verify optimum valve integrity and performance.

Qualification Testing

Qualification testing of Polyvalve ball and plug valves has been guided by the standard for *Manually Operated Thermoplastic Gas Shut Offs and Valves in Gas Distribution Systems*, ANSI/ASTM B16.40. Polyvalve PE valves have met or exceeded all qualification testing for this industry standard. Furthermore, in anticipation of future requirements, laboratory tests that far exceed current standards have been conducted.



Computer-controlled fusion manufacturing Polyvalve ball valves are used in s. During valve assembly, this state-of-the-art equipment automatically controls temperature, joining pressure and time of the fusion process—three critical elements in assuring a strong, long-term fusion joint.

Testing

Polyvalve ball and plug valves have been tested to such stringent testing as:

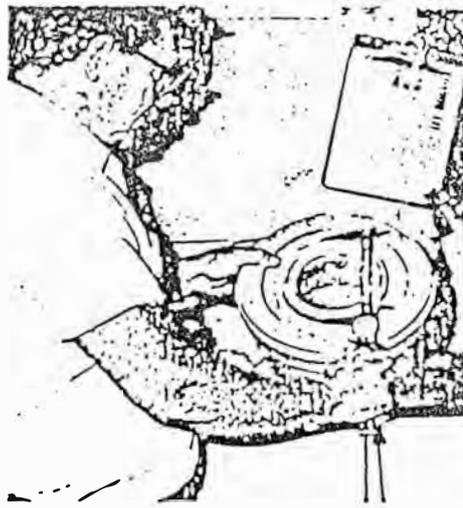
Leakage Tests: Polyvalve PE valves have been tested at pressures from 4 to 150 psig (0.28 to 10.4 bar) to prove bubble-tightness of body and seat seals, both initially and after 400 or more operating cycles. Leakage tests have also been conducted during valve blowdown tests, during sustained pressure tests and at temperatures below -20°F (-29°C).

Bending & Tensile Tests: Polyvalve valves have repeatedly demonstrated the ability to pass laboratory tests during operating torque and seal stress under high bending and tensile stresses.



Part of the computer-automatically-controlled horizontal lathes used in machining components for Polyvalve ball valves.

Creep & Stress Rupture Tests: Polyvalve polyethylene valves have been subjected to intensive and complex test programs to ensure that they—like the pipe and fittings—have the necessary long-term sealing capabilities required by today's demanding environments. Polyvalve ball and plug valves have surpassed 1000-hour sustained pressure tests, described in ASTM D-2513 and D-1598. Creep tests have also been conducted to verify long-term sealing capabilities.



Workman checks the accuracy of a machined component—part of Nordstrom's statistically-controlled method of assuring the accuracy of all Polyvalve polyethylene valve components.

Torque & Impact Resistance Tests: To test the ability of Polyvalve ball and plug valves to withstand potential rough treatment in actual service conditions, valves have been subjected to over-torque and wrench-drop tests in room temperature and -20°F (-29°C) conditions. Polyvalve PE valves repeatedly withstood these types of torque and impact resistance tests.

Blowdown Tests: In testing seat characteristics under high differential pressure "blowdown" conditions, Polyvalve ball and plug valves have been operated repeatedly at 150 psig (10.4 bar) in short duration blowdown tests, and high-flow blowdown tests at 125 psig (8.6 bar)—without a seat failure.

Polyvalve ball and plug valves...

...designed to perform — tested to make sure they do...

...perfect partners for polyethylene piping in natural gas distribution systems!

JAMES L. ...

...
...
...

Production and Testing

Because working with polyethylene material is so different from working with metals, Polyvalve ball and plug valves are manufactured in a special area of the Nordstrom facility—it's really a factory-within-a-factory. Men and women who have been specially trained to understand and work with this unique material make up the "Polyvalve Team".

After components have been machined and inspected, Polyvalve ball valves are assembled by butt fusing one or two end body sections—a patented design feature. Computer-controlled heat-fusion machines automatically control the temperature, joining pressure and time of the fusion process. This is critical in assuring a strong, uniform fusion joint. Every Polyvalve ball and plug valve must pass high and low pressure air seat and shell tests (under water) before shipment.

After testing is completed, nameplates are attached and Polyvalve polyethylene valves are placed in cartons—not plastic bags—to protect them from ultraviolet light and to protect the stub ends from scratches, nicks, etc.

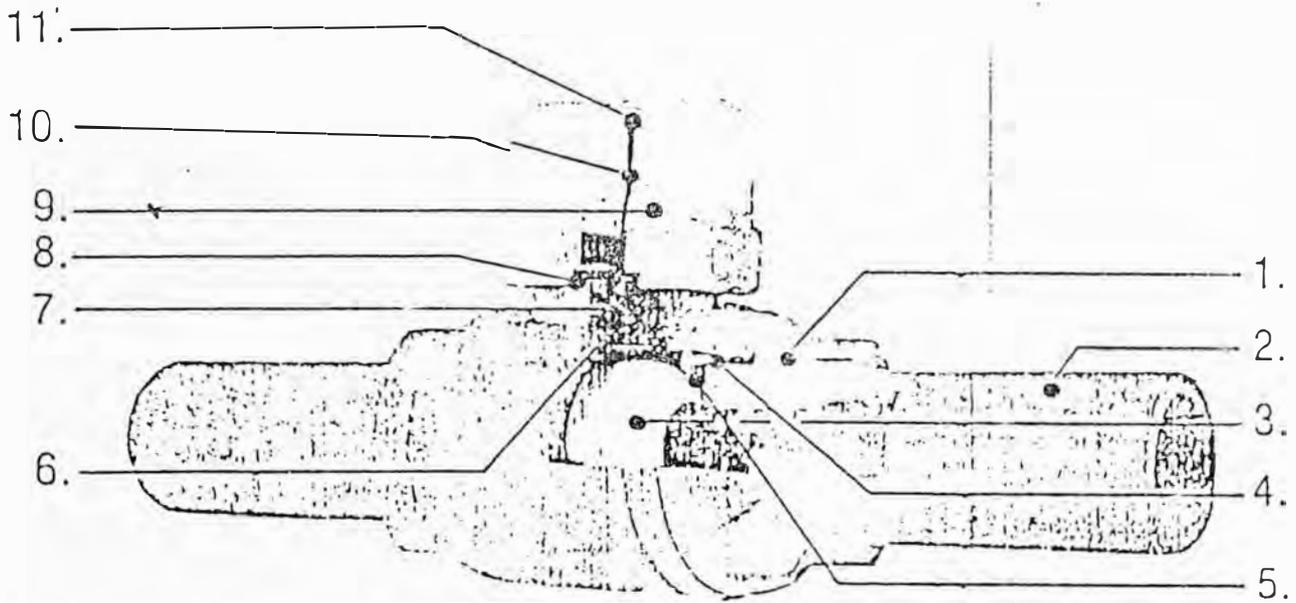


Polyvalve II ball valves being prepared for seat and shell tests.

JAIME BERMARCO, ...

ING. RAUL VIZCAI
APOENHO

Design Features



1. **Body** - The molded polyethylene body is available in five materials to match the materials used in most piping systems in which the valve is to be installed. The two-part body assembly is fusion joined (a patented design feature) by the same method used to join pipe in the field.

2. **Ends** - The pipe stub ends match the Standard Dimension Ratio of the piping, and can be butt or socket fusion joined to piping or other fittings. The extra length of the stub ends permits correction of possible faulty pipe-to-valve joint, or the use of mechanical connections.

3. **Ball** - The ball is factory lubricated to ensure low operating torque and long service.

4. **Seat Retainer** - Positively retains the seat even under blowdown conditions.

5. **Seat** - Buna N material.

6. **Stem** - Designed for combined strength and rigidity.

7. **Stem Seals** - The dual stem seals provide double protection against external leakage.

8. **Ground Water Seal** - The one-way elastomer seal keeps out water, dirt, and ice.

9. **Wrench Adapter (with built-in position indicator)** - The valve can be operated by either a conventional curb-cock key or a 2"-square wrench.

10. **Adapter Screw** (stainless steel) - Provides a firm attachment of the stem adapter to the stem.

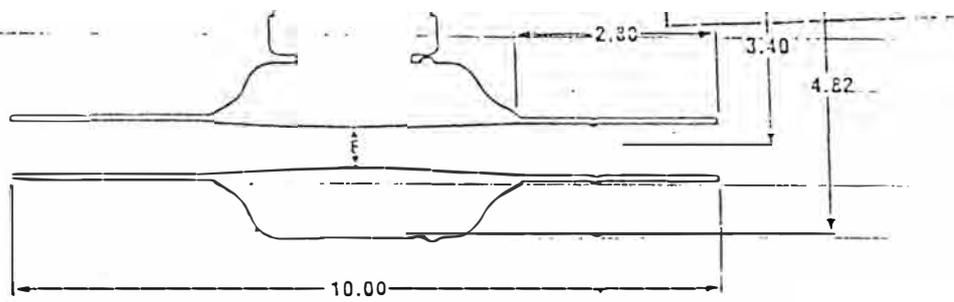
11. **Adapter Button** - Seals the adapter to keep out water, dirt, and ice.

Figure Number Chart

Valve size		
End Configuration		Iron Pipe
	SDR	9.3
	Uponor Airdyl A PE-2406	C81153 C81500 S
M 2 1 8 1 2 1 5	Phillips Marlex TR-418 PE-2406	C82143 C82
	Phillips Oriscopon 8000 PE-3408	C81153 C81500 S
	Plexco (Yellow) PE-2406	C81153 C81500 S
	Monchal GMS1072 PE-3408	C81153 C81500 S

* All dimensions are in inches.
 * Size 1/2 to examine nuts and bolts.
 * Orders should specify if ball fusion or
 * Orders for sizes 1/2 through 1 1/2
 * All pipe 1/2 through 1 1/2

Note: This drawing is for information only. Sizes 1/2 & 3/4 are full port; sizes 1, 1-1/4 and 2 are reduced port.



Valve Size	A'	B'	C'	D'	E'	Weight'	Press. Drop (FT. of Pipe)	Cv
1/2	10.00 254	3.40 86.4	4.82 122.4	2.80 71.1	0.50 12.7	1.2 lbs. 0.5 kgs.	1.04	10
3/4	10.00 254	3.40 86.4	4.82 122.4	2.80 71.1	0.75 19.1	1.2 lbs. 0.5 kgs.	5.29	20
1	10.00 254	3.40 86.4	4.82 122.4	2.80 71.1	0.90 22.9	1.2 lbs. 0.5 kgs.	7.24	30
1-1/4	10.00 254	3.40 86.4	4.82 122.4	2.80 71.1	0.90 22.9	1.2 lbs. 0.5 kgs.	12.90	40
2	13.00 330	4.51 114.6	6.50 165.1	3.70 94.0	1.25 31.8	3.1 lbs. 1.4 kgs.	17.11	85

* Top number is U.S. measurement, lower number is metric measurement

Available in these sizes and materials

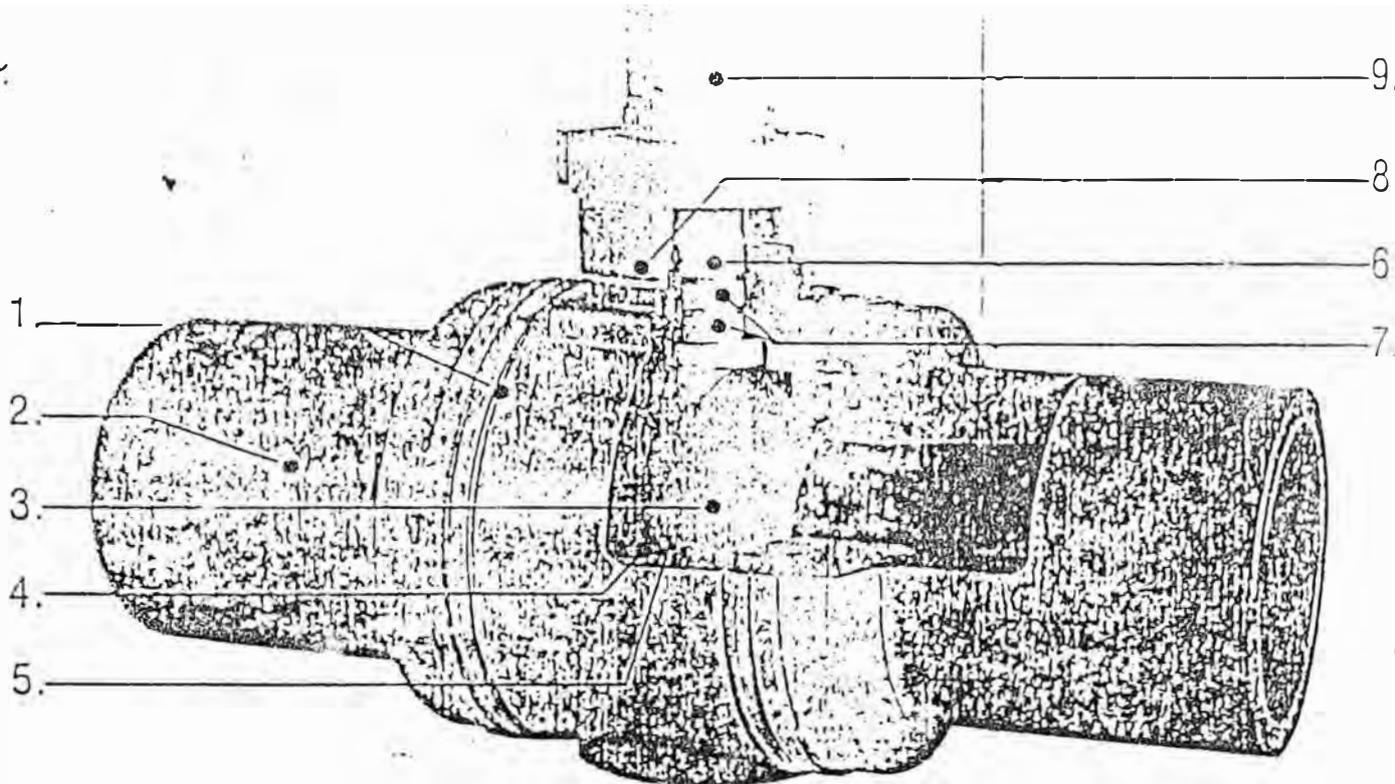
3/4		1						1-1/4				2			
Iron Pipe		Copper Tube *		Iron Pipe		Copper Tube *		Iron Pipe		Copper Tube *		Iron Pipe			
9.3	11	10		9.3	11	9.3	11	12.5	9.3	10	11	11	15	9.3	11
C81193	C81111	C82500 .090 wt		C81211		C81600 .099 wt	C81600 .090 wt		C81210	C81211		C81600 .090 wt		C81211	
C82193	C82111	C82500 .090 wt		C82211		C82500 .121 wt	C82500 .101 wt	C82600 .090 wt	C82293	C82210	C82211	C82600 .121 wt	C82600 .090 wt	C82293	C82211
C83293	C83111	C83500 .090 wt		C83293		C83600 .121 wt	C83600 .101 wt	C83600 .090 wt	C83293	C83210	C83211	C83600 .121 wt	C83600 .090 wt	C83293	C83211
C84193	C84111	C84500 .090 wt		C84211		C84600 .121 wt	C84600 .101 wt	C84600 .090 wt	C84293	C84210	C84211	C84600 .121 wt	C84600 .090 wt	C84293	C84211
C85193	C85111	C85500 .090 wt		C85211		C85600 .101 wt	C85600 .090 wt		C85293	C85210	C85211	C85600 .121 wt	C85600 .090 wt	C85293	C85211

But Fusion (SF) Ends, except for those made from Griseobite 8000 material which is available only with But Fusion Ends.
 * Iron Pipe Size (IPS) or Copper Tubing Size (CTS).
 * Must show the Standard Dimension Ratio (SDR) or the minimum wall thickness.
 * All ends are SDR 7 (wall thickness 3.000").

Justine
 CALLOS S. FERRER
 1998 24/11/11

JAI ME BERNARDO COLL S.
 ING. RAUL VIZCAY
 APODERADO

Design Features



1. Body - The molded polyethylene body is available in five materials to match the materials used in most piping systems in which the valve is to be installed. The three-part body assembly is fusion joined (a patented design feature) by the same method used to join pipe in the field.

2. Ends - The pipe stub ends match the Standard Dimension ratio of the piping, and can be cut or socket fusion joined to piping or other fittings. The extra length of the stub ends permits correction of possible faulty pipe-to-valve joint or the use of mechanical connections.

3. Ball - The ball is factory lubricated to assure low operating torque and long service.

4. Seat Retainer - Positively retains the seat even under blowdown conditions.

5. Seat - Buna N material.

6. Stem - Designed for combined strength and rigidity.

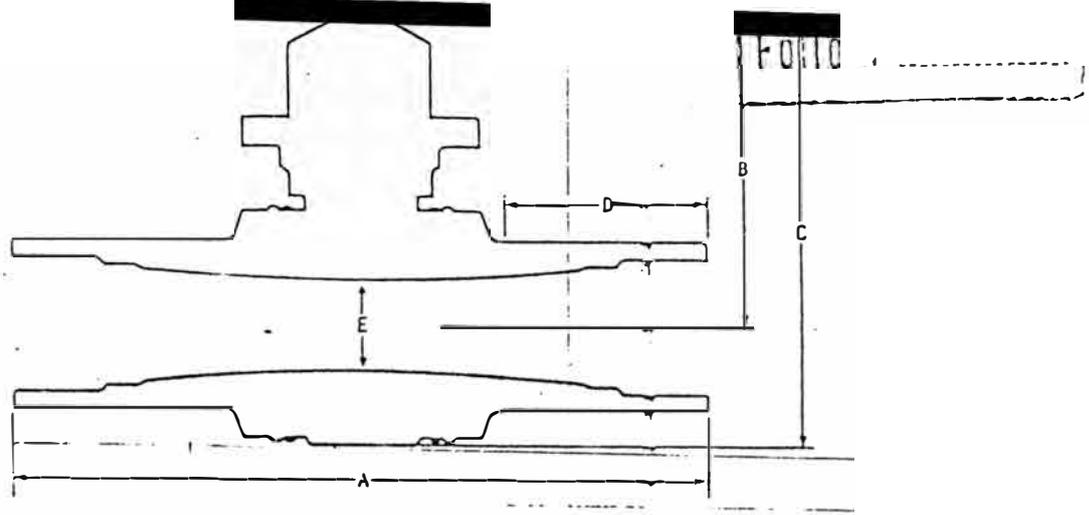
7. Stem-Seals - The dual-stem seals provide double protection against external leakage.

8. Ground Water Seal - The one-way elastomer seal keeps out water, dirt and ice.

9. Wrench Adapter (with a built-in position indicator) - The standard 2" square adapter, with detector cone on top, is ruggedly constructed to withstand field abuse.

Dimension Data

This drawing is information only.
 Size 2 is full port;
 Sizes 3, 4, 6, & 8 are reduced port.



Valve Size	A'	B'	C'	D'	E'	Weight'	Press. Drop (FL. of Pipe)	Cv
2	12.80 325	6.44 164	9.10 231	3.60 91	1.85 47	3.8 lbs. 1.7 kgs.	5.49	150
3	12.80 325	6.44 164	9.10 231	3.60 91	1.85 47	4.5 lbs. 2.0 kgs.	19.52	210
4	15.00 381	8.06 205	11.40 290	4.00 102	2.50 64	8.9 lbs. 4.0 kgs.	24.09	400
6	20.00 508	10.36 263	14.98 381	5.25 133	3.62 92	21.0 lbs. 9.5 kgs.	27.48	875
8	20.00 508	12.60 320	18.60 472	8.63 219	4.78 121	42.5 lbs. 19.3 kgs.	50.14	1250

' Top number is U.S. measurement, lower number is metric measurement.

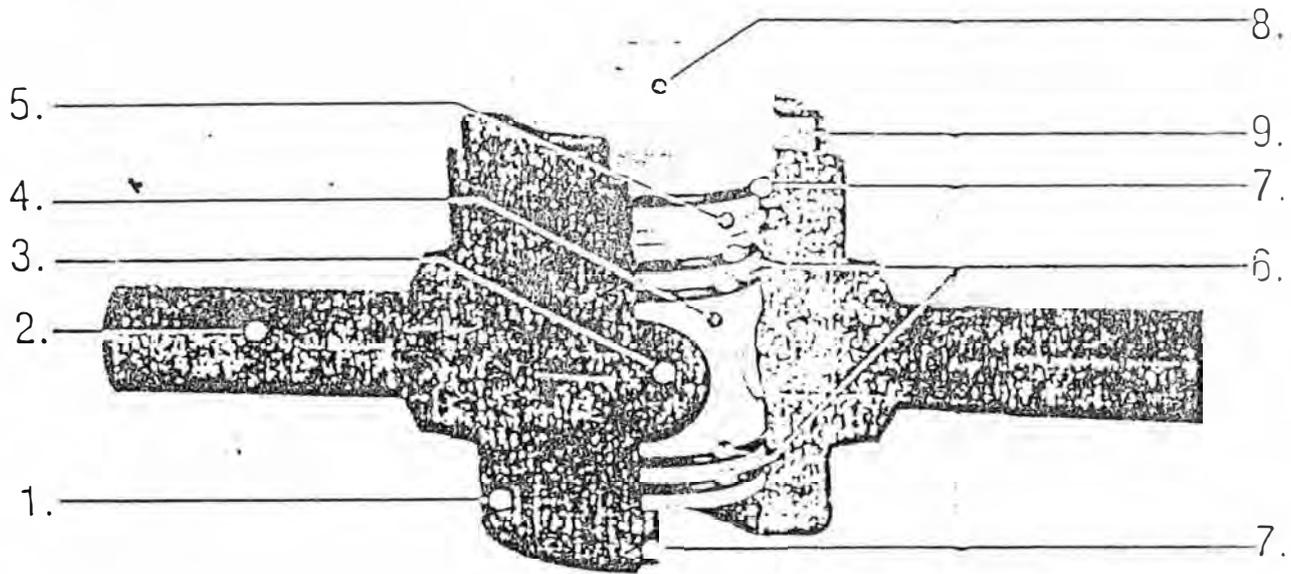
Figure Number Chart - Available in these sizes and Materials

Valve Size	2		3			4			6			8		
	Iron Pipe		Iron Pipe			Iron Pipe			Iron Pipe			Iron Pipe		
SDR	9.3	11	9.3	11	13.5	9.3	11	13.5 ¹	9.3	11	13.5 ¹	9.3	11	13.5 ¹
Uponor Alloy A PE-2406		81111		81211			81211			81211	81213		81211	81213
Phillips Manex TR-418 PE-2406	82193	82111	82293	82211		82293	82211		82293	82211	82213	82293	82211	82213
Phillips Driscopipe 8000 PE-3408	83193	83111	83293	83211	83213	83293	83211	83213	83293	83211	83213	83293	83211	83213
Plexco (Yellow) PE-2406	84193	84111	84293	84211		84293	84211		84293	84211	84213	84293	84211	84213
Hoechst GMS010T2 PE-3408		88111		88211	88213		88211	88213		88211	88213		88211	88213

¹ Consult Nordstrom Valves, Inc. for higher SDR's.

Polyvalve Plug valves sizes 1/2"

Design Features



1. **Body** - The molded polyethylene one-piece body is available in five materials to match the materials used in most piping systems in which the valve is to be installed.

2. **Ends** - The pipe stub ends match the Standard Dimension Ratio of the piping, and can be butt or socket fusion joined to piping or other fittings. The extra length of the stub ends permits correction of possible faulty pipe-to-valve joint or the use of mechanical connections.

3. **Seat** - The pressure energized seats-in-the-plug design features two specially molded Buna N inserts which seal against the body wall cavity and provide tight shut-off in both directions.

4. **Stem-Plug** - The stem, plug and adapter are combined into a single rugged part made of molded high strength plastic.

5. **Plug Retainer** - The stem-plug is positively retained by a circumferential plastic ring inserted through a hole in the side of the body. A polyethylene "plug" is fused to the body to seal the insert hole from water, dirt, and ice.

6. **Plug Seal** - Double circumferential plug seals above and below the port provide double protection against external leakage.

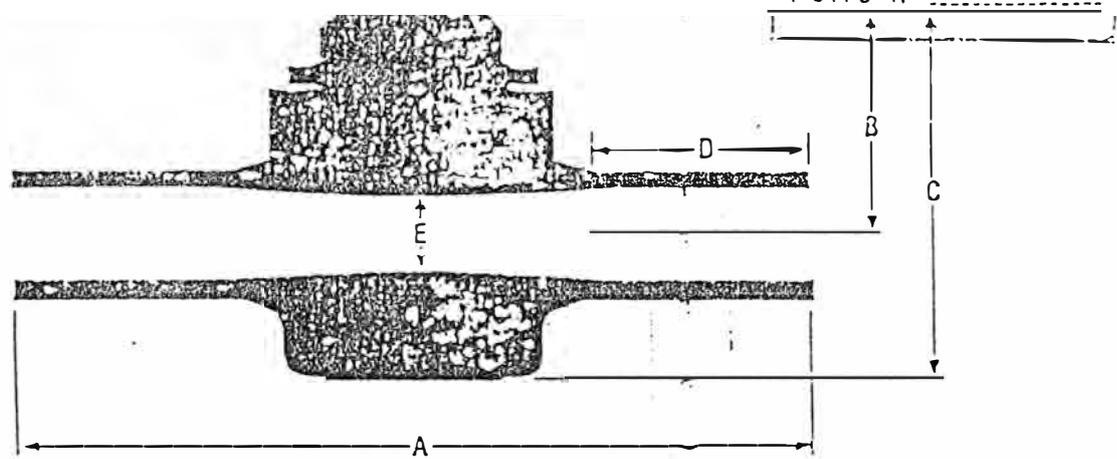
7. **Ground Water Seals** - The one-way elastomer seal at the top of the plug and a cap at the bottom of the body keep out water, dirt, and ice.

8. **Wrench Adapter** (with a built-in position indicator) - can be operated by a conventional curb-cock key or a 2"-square wrench. A "fail-safe" region between the plug and wrench adapter will shear before the face of the valve seals can be damaged by over-torquing.

9. **Stops** (part of the wrench adapter) - Can be removed if 90° rotation is desired.

Dimensions Data

Note: This drawing is for information only. Sizes 1/2 and 3/4 are standard port; sizes 1 and 1-1/4 are reduced port.



Valve Size	D'	E'	Weight'	Press. Drop - Ft. of Pipe	Cv
1/2	2.70 69	0.50 12.7	1.4 lb. .65 kg	1.60	10
3/4	2.70 69	0.90 22.9	1.4 lb. .65 kg	5.29	20
1	2.70 69	0.90 22.9	1.4 lb. .65 kg	7.24	30
1-1/4	2.76 70	0.90 22.9	1.4 lb. .65 kg	12.99	40

*Top number is U.S. measurement, lower number is metric measurement

Number Chart - Available in these sizes and Materials

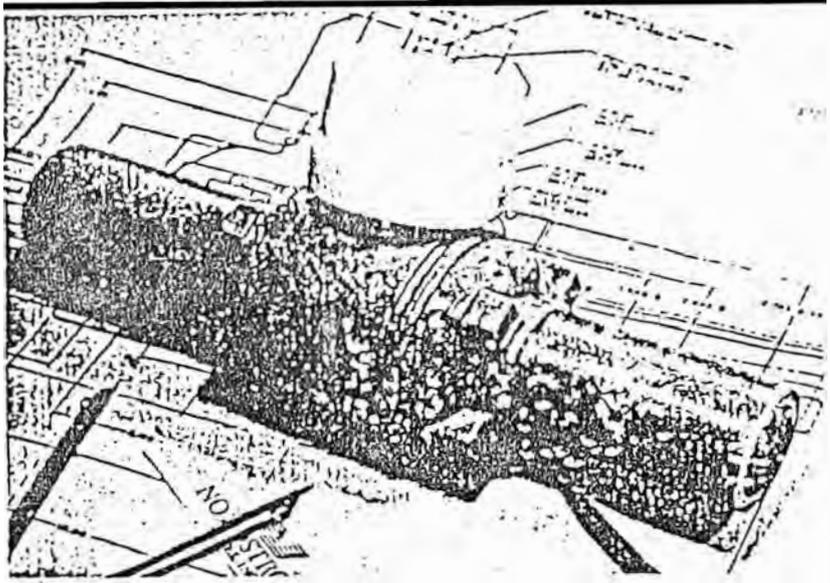
Size	1/2"		3/4"			1"			1-1/4"						
	Iron Pipe	Copper Tube	Iron Pipe	Copper Tube	Iron Pipe	Copper Tube	Iron Pipe	Copper Tube	Iron Pipe	Copper Tube	Iron Pipe	Copper Tube			
SDR	*	*	9.3	11	10	9.3	11	9.3	11	12.5	9.3	10	11	11	15
Standard Cyl A 2406	81500	81500	81111	81111	81211	81211	81211	81600	81600	81600	81210	81211	81600	81600	81600
Phillips Hex 418 2406	82500	82500	82193	82111	82500 .090 wt	82293	82211	82600	82500	82600 .101 wt .090 wt	82293	82210	82211	82600 .121 wt	82600 .090 wt
Phillips Hex 418 2408	83500	83500	83500	83111	83500 .090 wt	83600	83211	83600	83600	83600 .101 wt .090 wt	83600	83600	83211	83600 .121 wt	83600 .090 wt
Phillips Hex 418 2406	84500	84500	84193	84111	84500 .090 wt	84293	84211	84600	84600	84600 .121 wt .101 wt .090 wt	84293	84210	84211	84600 .121 wt	84600 .090 wt
Phillips Hex 418 2408	88500	88500	88111	88111	88500 .090 wt	88211	88211	88600	88600	88600 .101 wt .090 wt	88211	88211	88600 .121 wt	88600 .090 wt	

Minimum Wall Thickness
 *Available with Integral Socket Fusion (SF) Ends.
 Sizes 1/2 through 1-1/4 with Copper Tubing Size (CTS) Ends must show the SDR or the Minimum Wall Thickness.
 All show if Iron Pipe Size (IPS) or Copper Tubing Size (CTS) and SDR or Minimum Wall Thickness.
 JAIME BERNARDO COLL S.A.

JAIME BERNARDO COLL S.A.
 ING. RAUL VIZCAY
 APODERADO

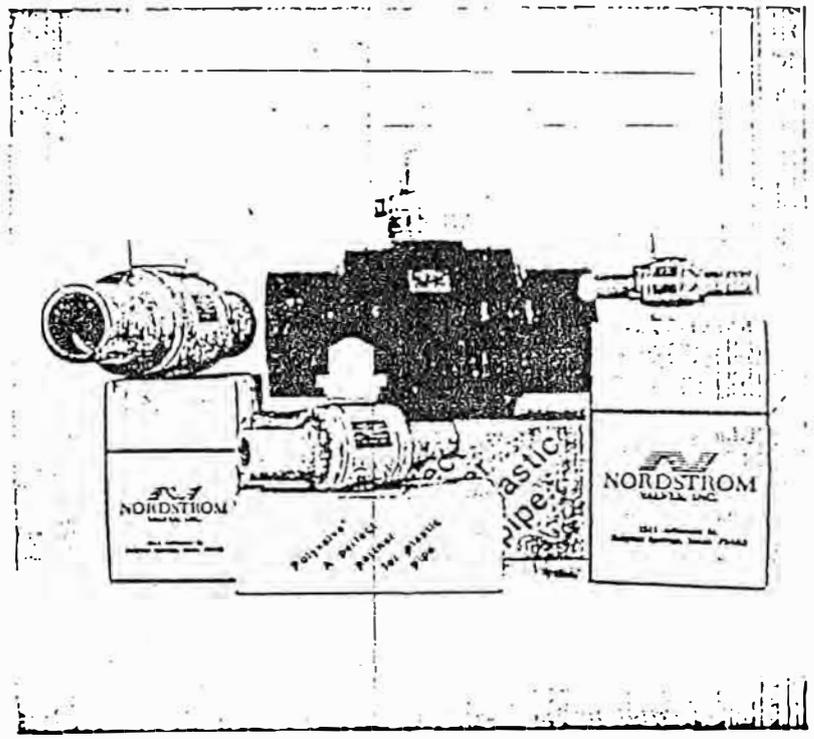
Materials of Construction

Item	Ball Valves		Plug Valves
	1/2 through 2	2 through 8	1/2 through 1-1/4
Body	Polyethylene	Polyethylene	Polyethylene
Ball	Acetal	Polypropylene	
Stem Plug			Acetal
Seat Retainer	Acetal	Polypropylene	
Seat	Buna N	Buna N	Buna N
Plug Retainer			Acetal
Stem	Stainless Steel	Acetal	
Stem Seal	Buna N	Buna N	
Plug Seal			Buna N
Ground Water Seal	Buna N	Buna N	Top—Buna N Bottom—Polyethylene
Wrench Adapter	Acetal	Polypropylene	Acetal (part of Stem-Plug)
Adapter Screw	Stainless Steel		
Adapter Button	Acetal		



From design through manufacture and testing, we keep your needs in mind. But we don't stop there, because after passing test, Polyvalve polyethylene valves...

...are packed in cartons—not plastic bags—for shipment. We do this for protection from ultraviolet light as well as to protect the two ends from scratches, nicks, etc.



*Polyvalve ball and plug valves—the perfect partners for polyethylene piping...
...the perfect partners for your buried-gas-distribution system!*

JAIME BERNARDO COLL S. C.



With a plug valve
from the Nordstrom pros
you get the Nordstrom Edge...

Value • Quality • Dependability

Call, FAX, or write
your Customer Service Representative.

Nordstrom Value Co. Inc.
P.O. Box 301 (75424-3004)
151 Jefferson Street (75402)
Dallas, Texas
USA • 75201

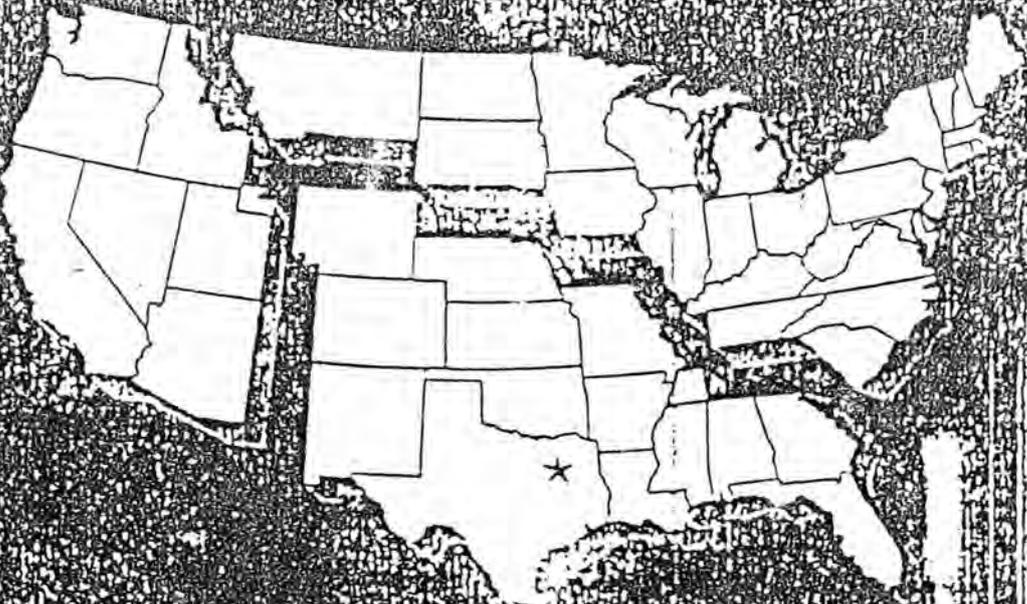
FAX: (800) 343-3418

In the United States:

North Eastern Region:
(800) 885-4692

South Central Region:
(800) 885-4692

Western Region
(including Alaska & Hawaii)
(800) 885-4693



In Canada
(800) 419-3405

In Europe
and Northern Africa
(800) 419-3405

In the Far East:
(800) 419-3421

In the Caribbean
and Latin America
(800) 419-3421

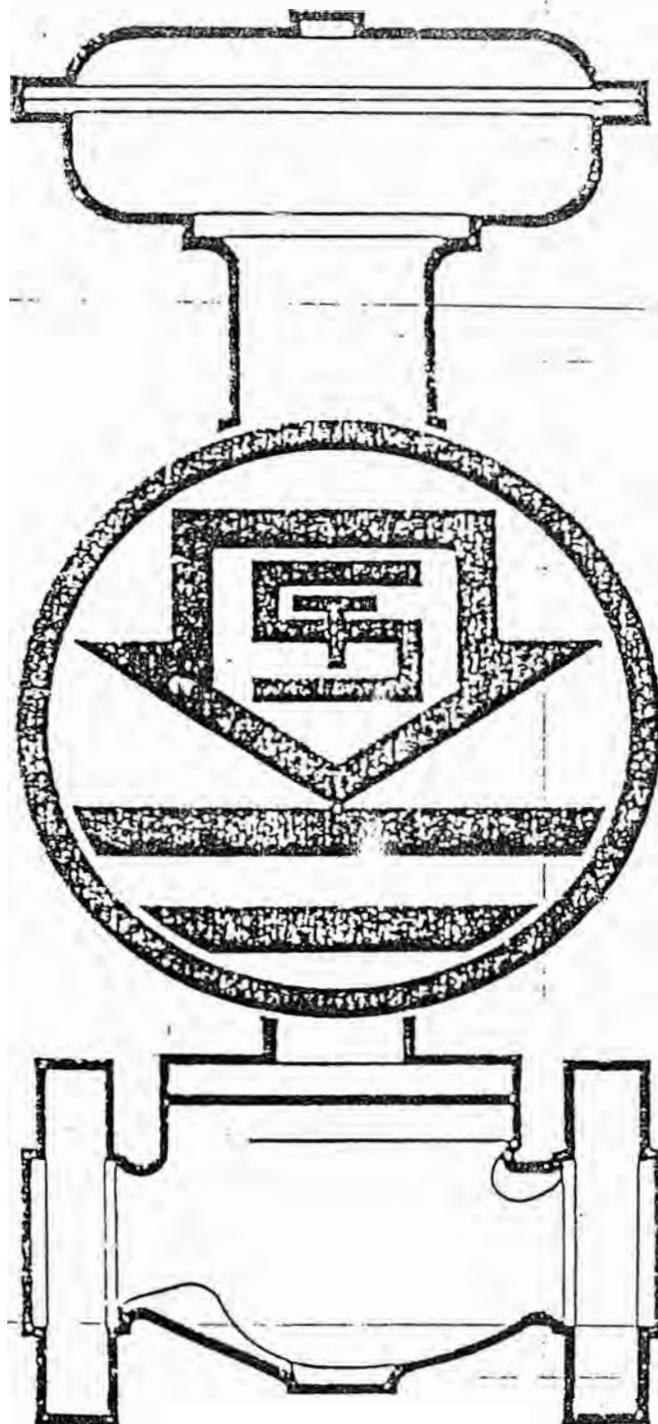
In the Middle East
and Southern Africa
(800) 419-3421

NORDSTROM
VALUES IN

Apéndice C-6

Actuadores, reguladores y controladores de presión

SATEESA



SARANDI TECNICA S.A.

MANUEL QUINTANA 2454 - QUILMES - (1879)

TELEFONO: 253-8740



ACTUADOR 657 y 667

PROPOSITO:

Estas válvulas de control a diafragma están proyectadas y diseñadas para el control de flujo de cualquier líquido o gas que no presente condiciones anormales (sedimentos, lodos, alta actividad química, corrosivos, etc.). La válvula está comandada por un instrumento que utiliza aire o gas como servo-fluido. La apertura, cierre y regulación de la válvula siempre está ligado a cambios en la presión que suministra el instrumento, la que a su vez es función de la variable el control.

Eligiendo el instrumento adecuado, puede conseguirse que la válvula reaccione ante cambios de presión, nivel, temperatura, etc.

El obturador, diafragma y resorte se eligen en función de las características de flujo deseados.

El rango de presión que admite el diafragma y para el cual está calibrada la válvula, consta en la placa de especificaciones fijada a la horquilla del cabezal.

NOMENCLATURA:

En ambos modelos la presión del servo-fluido actúa sobre un diafragma, venciendo la oposición de un resorte antagónico. Con el mismo principio de funcionamiento, los dos modelos difieren en su disposición constructiva. En el modelo 657, la presión actúa sobre el diafragma, comprime el resorte y provoca un movimiento DESCENDENTE del vástago. En el modelo 667, la presión actúa bajo el diafragma comprimiendo el resorte hacia arriba ocasionando un movimiento ASCENDENTE del vástago.

INSTALACION:

El tamaño de las válvulas a diafragma 657 y 667 está determinado para obtener el total de acción reguladora para determinadas condiciones de flujo y caída de presión. Para asegurar un correcto funcionamiento, la válvula no debe instalarse cerca de codos, curvas, reducciones, o en cualquier lugar donde puedan producirse velocidades anormales de flujo. El tamaño de la válvula es normalmente menor que el diámetro nominal de la cañería sobre la que se instala. Cuando se instalan válvulas de cierre, estas deben ser del mismo tamaño que la cañería y no del tamaño de la válvula reguladora.

En todos los casos se aconseja proveer el "BY PASS" adecuado, que permita, quitar de servicio la válvula reguladora sin interrumpir el suministro en los casos de inspección o eventuales reparaciones.

Es importante verificar que dentro de la válvula no se hayan acumulado cuerpos extraños durante traslados o permanencia en obradores o playas abiertas. Limpiar también la cañería para eliminar incrustaciones, residuos, etc. Cuando se instale el cuerpo, deben tomarse las siguientes precauciones: Si el cuerpo es de conexiones roscadas, asegure una unión firme de las roscas y use un sellante adecuado y de buena calidad. Si el cuerpo es a bridas cuide de tensar igualmente los bulones y asimismo verifique el correcto apoyo de las caras de bridas.

JAMIE
APODERADO



ACTUADOR 657 y 667

desmontar la válvula.

El bonete se suministra con una conexión lateral roscada, para instalar la grasera correspondiente.

ALTAS TEMPERATURAS:

Quando la temperatura del fluido excede los 230 °C, puede suministrarse un bonete con cuello aletado para proteger la empaquetadura de la alta temperatura del cuerpo.

Quando se usa este cuello aletado, el cuerpo debe aislarse sólo hasta / la base del bonete. Las aletas nunca deben cubrirse con aislantes.

BAJAS TEMPERATURAS:

Para la operación de fluidos a muy baja temperatura, se necesita la aplicación de un bonete extra largo, sin aletas. La longitud del bonete facilita la cómoda y abundante aislación del cuerpo de la válvula.

INDICACIONES:

Quando la válvula sale de fábrica, esta preparada para /// pperar en las condiciones solicitadas por su orden de compra. La placa sujeta a la horquilla trae información sobre detalles cons- /// tructivos generales. En ella constan:

- 1) Tipo y modelo de válvula, cabeza y accesorios.
- 2) Numero de equipo (interno de fábrica)
- 3) Presión necesaria sobre el diafragma para que el obturador de la /// válvula cumpla el recorrido previsto.
- 4) Tamaño nominal del cuerpo, serie y temperatura máxima de operación.
- 5) Forma del Obturador.

El material, tamaño nominal y serie del cuerpo también puede leerse sobre el mismo, en letras en relieve obtenidas directamente en fundición. Además una escala indicadora permite visualizar la posición del obturador respecto a las posiciones extremas de cerrado o totalmente abierto en un instante cualquiera. Asimismo, una fecha indica el sentido del /// movimiento de apertura y cierre.

AJUSTE Y OPERACION:

Quando la válvula esta completamente instalada, y el controlador conectado, abra la válvula aguas abajo y cierre el by pass. Abra lentamente la válvula manual conectada aguas arriba y de al con- /// trolador un tiempo suficiente como para suponer que el sistema alcanzo el estado de régimen. Verifique el valor de la variable en control, que normalmente diferirá del requerido. La diferencia se debe a la acción / del fluido que circula, rozamientos en guías y empaquetaduras, discrepancias en los valores de presión dados por los instrumentos, anomalías circunstanciales, etc.

J. BERNARDO COLL S.A.

J. BERNARDO COLL S.A.

RAUL VIZCAY
APODERADO

Manuel Quintana 2454 - Quilmes - 1875

Tel: 253-8740.



ACTUADOR 657 y 667

Desviaciones angulares obligarán a aumentar la tensión en ciertos bulones, lo que puede ocasionar el corte de los mismos o la rotura de la // brida. Asegurar que la dirección del flujo es la indicada por la flecha grabada sobre el cuerpo. En caso de duda, el criterio seguido es que, a válvula cerrada, la presión no debe actuar sobre el prensaestopas. Se recomienda la instalación de placas de medición antes y después de / la válvula cuando sea de interés la determinación de capacidad, consumo o caída de presión a través del regulador.

Las válvulas reguladoras tipo 657 y 667 están diseñadas para ser instaladas en cualquier posición. No obstante, debe tenerse cuidado de dejar espacio suficiente para permitir el desmontaje y extracción de los componentes interiores de las mismas. Esto es especialmente importante /// cuando el obturador solo puede extraerse por la parte de abajo del /// cuerpo ya que en ese caso la válvula no puede estar demasiado cerca del suelo.

Conecte un caño de 1/4" o 3/8" desde la cabeza de la válvula hasta la / salida del instrumento de mando. Para evitar que la respuesta sea demasiado lenta, esta cañería no debe exceder los 50 metros, pudiendo llegar a 65 metros si la válvula tiene posicionador. En los casos en que el instrumento este montado directamente sobre la válvula, esta conexión la suministra el fabricante. Solo queda por conectar el instrumento al punto de toma de presión en la cañería controlada. Debe cuidarse de no hacer esta toma cerca de codos, válvulas o zonas de cañería que por cualquier razón puedan presentar velocidades anormales de flujo. Es normal instalar la conexión a una distancia de la válvula (desde la brida) equivalente a unos 10 diámetros de cañería.

POSICIONADOR:

La misión del posicionador es suministrar una presión adicional al diafragma cuando se requiere una regulación estricta de la // posición del obturador de la válvula en respuesta al valor de la variable en control. El posicionador, se instala sobre la horquilla de la // válvula y todas las conexiones se hacen con tubo de \varnothing 1/4".

EMPAQUETADURA:

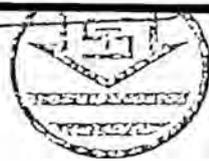
Las válvulas se suministran con empaquetadura convencional de amianto grafitado o con anillos en V de teflón, a pedido. La empaquetadura de teflón no requiere ajustes ni lubricación; la expansión de los anillos en V se logra por medio de un resorte de acero inoxidable alojado dentro del bonete y que se encuentra comprimido por acción de la brida prensa estopas, la que a su vez se ajusta mediante dos tuercas accesibles cómodamente. Esta empaquetadura es sumamente sensible a cualquier aspereza superficial del vástago (rayaduras, abrasión, corrosión) requiriendo una superficie espejular del mismo para un correcto funcionamiento.

La empaquetadura convencional requiere lubricación y ajuste periódico. Debe cuidarse que no se reseque y utilizar un lubricante adecuado al // fluido en control. La empaquetadura puede cambiarse o reponerse sin ///

Manuel Quintana 2454 - Quilmes - 1879

ING. RAUL VIZCAY

Tel: 53-0-10-00
ING. RAUL VIZCAY
APODERADO



ACTUADOR 657 y 667

Siempre es necesario un ajuste final y puesta a punto del equipo. Si / el valor obtenido difiere en mucho del requerido o se observan grandes anomalías, como primera medida se aconseja revisar el sistema de co-// nexiones al controlador, para cerciorarse de que la instalación hecha responde a las necesidades de servicio (presión abre o presión cierra, posición de la válvula sin aire, toma de presión antes o después de la válvula, etc.).

El vástago de la válvula debe responder libre y suavemente a los cambios de presión sobre el diafragma. Si no ocurre así, se procede a:

- 1) Verificar que las guías o el obturador estén libres de incrustaciones, escorias o materiales extraños. Note si hay marcas de roces excesivos por falta de alineación de las partes móviles.
- 2) Verifique que no haya un excesivo ajuste en la empaquetadura, o que se encuentre reseca o pegada. La empaquetadura no debe ajustarse más / de lo necesario para impedir pérdidas, pues un apriete exagerado aumenta innecesariamente los rozamientos y el desgaste, perjudicando el /// buen funcionamiento de la válvula.
- 3) Vea si el diafragma no está perforado o agrietado.
- 4) Vea si el resorte no está roto.

Si los puntos anteriores se presentan satisfactorios toda anomalía de funcionamiento es imputable al instrumento de comando.

CAMBIO DE SENTIDO:

Si fuese necesario invertir el sentido de funcionamiento, utilizando presión para abrir en lugar de presión para cerrar (o viceversa) ello se consigue invirtiendo el cuerpo y obturador de la válvula, y sujetando el vástago del lado opuesto de obturador. Cuando se hace este cambio, se aconseja reemplazar el vástago, empaquetadura y juntas por elementos nuevos.

ACCIONAMIENTO MANUAL:

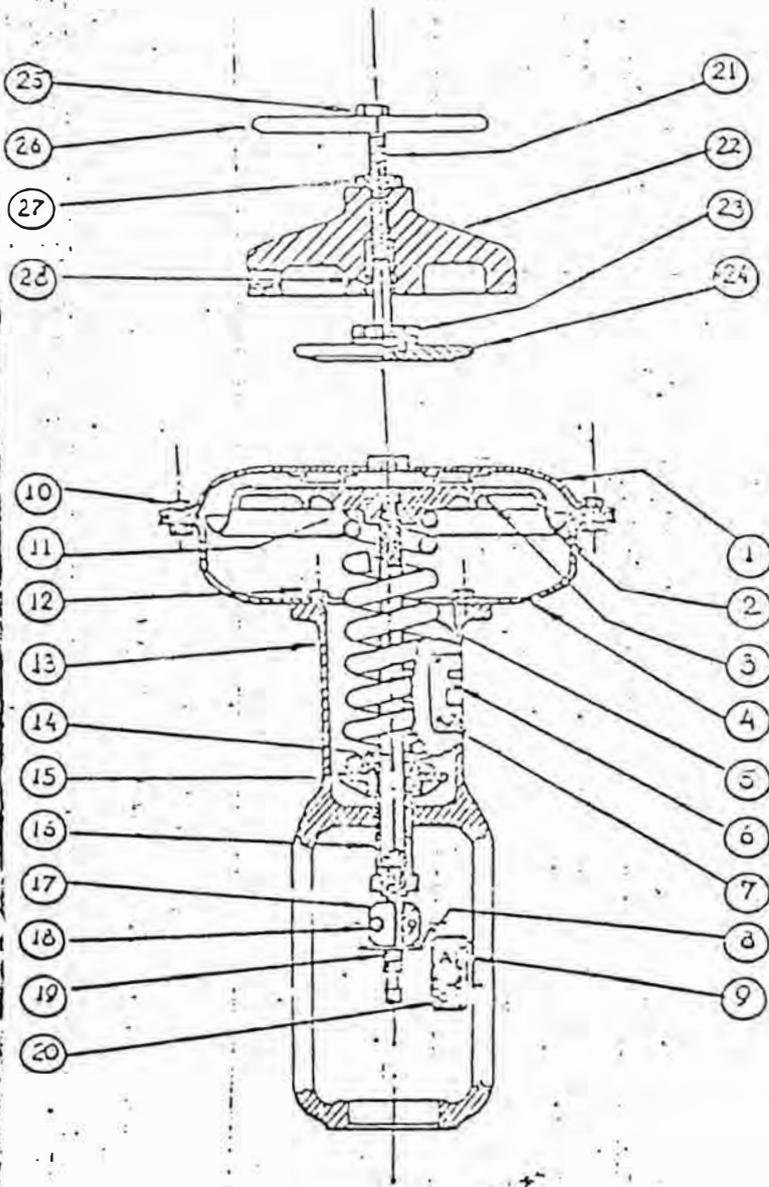
Es de suministro optativo. Normalmente su función es permitir el accionamiento de la válvula aunque falle el suministro de servofluido. En casos especiales, se lo utiliza con límite de carrera, es decir, para impedir la apertura o cierre total de la válvula.

JARME DE VIZCAYA COLL S.A.
CARLOS G. PARDOY
Ingeniero Civil

JARME DE VIZCAYA COLL S.A.
ING. RAUL VIZCAYA
APODERADO



ACTUADOR -657-



- 1 Tapa superior de cámara de
- (2) Diafragma
- 3 Plato de apoyo del diafragma
- 4 Tapa inferior de cámara de
- 5 Resorte
- 6 Chapa de indicaciones
- 7 Remaches de aluminio
- 8 Disco señalador de recorrido
- 9 Tornillos de fijación de la
- 10 Tornillos de cierre de las
- 11 Tornillo Allen
- 12 Tornillos de sujeción de l
- 13 Horquilla
- 14 Barra de acción
- 15 Plato de apoyo del resorte
- 16 Tornillo de regulación
- 17 Tuerca partida de enganche
- 18 Tornillos Allen
- 19 Tuerca
- 20 Escala de recorrido
- Accionamiento manual (opt)
- 21 Tornillo
- 22 Torre
- 23 Tuerca de sujeción
- 24 Plato de apoyo
- 25 Contratuerca
- 26 Volante
- 27 Tuerca de bloqueo
- (23) O - Ring
- () recomendado para repues

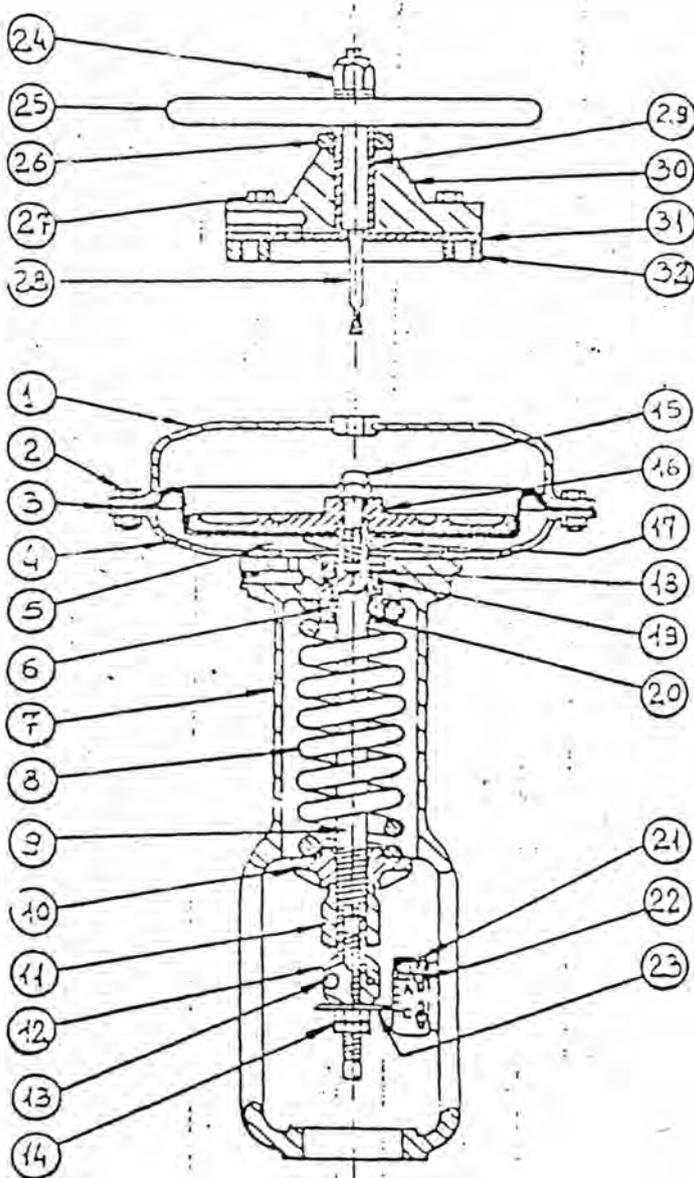
Empresa del C. de Ingenieros Constructores
Carretero
 Distrito de Valparaíso
 1950

J. M. J. S.A.
Carretero
 CARLOS G. PAREDY
 ING. CIVIL

JAIME BERNARDO GELB S.A.
Carretero
 ING. RAUL VIZCAY
 APODERADO



ACTUADOR -66-7



- 1 Tapa superior cámara diafragma
- 2 Tornillo de cierre de tapas
- 3 Diafragma
- 4 Tapa inferior cámara diafragma
- 5 Tornillo de sujeción de tapa
- 6 Buje porta sellos
- 7 Horquilla
- 8 Resorte.
- 9 Barra de empuje
- 10 Plato de apoyo de resorte
- 11 Tuerca de regulación
- 12 Tuerca partida de enganche
- 13 Tornillos tipo Allen
- 14 Tuerca
- 15 Tope de carrera
- 16 Plato de apoyo diafragma
- 17 Plato de empalme diafragma
- 18 Sello tipo "O-Ring".
- 19 Sello tipo "O-Ring"
- 20 Sello tipo "O-Ring"
- 21 Escala indicadora de recorrido
- 22 Tornillo de sujeción escala
- 23 Disco señalador de recorrido

-Accionamiento manual-

- 24 Contratuerca
- 25 Volante
- 26 Tuerca de bloqueo
- 27 Dulón cabeza hexagonal
- 28 Eje de empuje
- 29 Buje roscado
- 30 Torre

Handwritten signature and stamp:
 D. GARCIA VINO
 PRESIDENTE

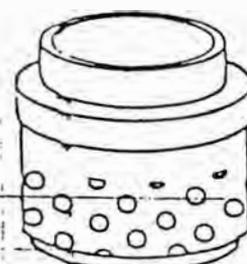
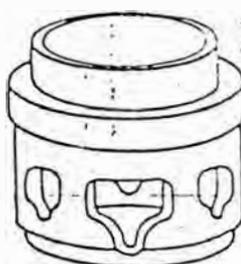
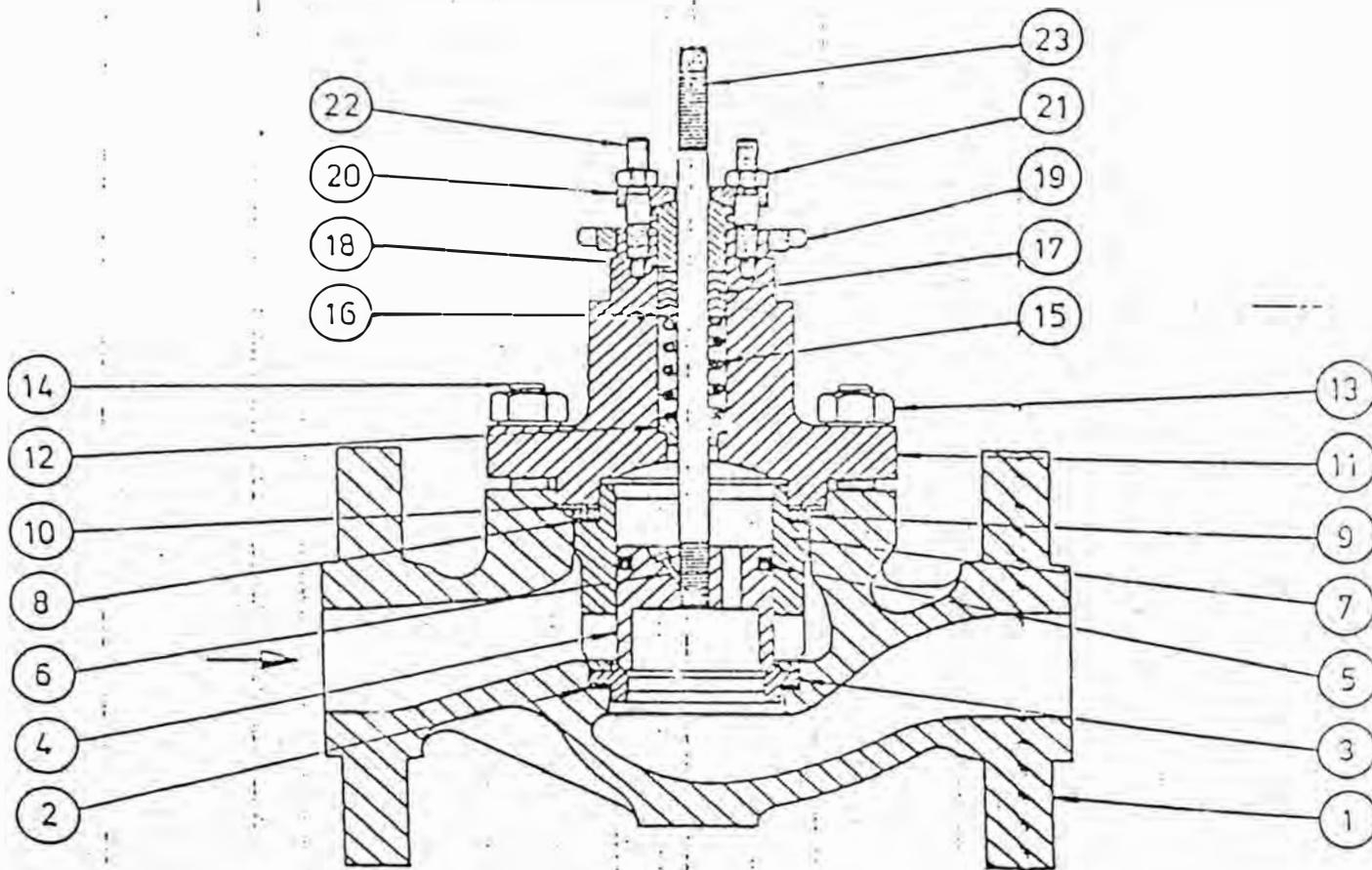
J. BERNARDO COLL S.A.
 CARLOS G. PARODY
 ING. CIVIL

J. BERNARDO COLL S.A.
 ING. RAUL VIZCAY
 APODERADO



SATESA

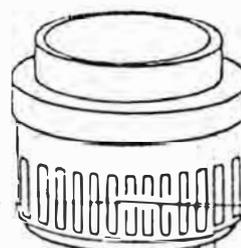
CUERPO TIPO <J> CON MONTAJE <D>



APERTURA RAPIDA - IGUAL PORCENTAJE - ANTI CAVITACION



LINEAL

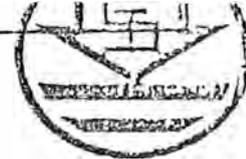


ANTI RUIDO

Empresa
Sarandi
D. VIZCAYA
ABRIL 1973

SARANDI TECNICA S.A.
ING. CARLOS G. PARODY
ING. CIVIL

ING. JAIME BERNARDO COLL S.
ING. RAUL VIZCAYA
APODERADO



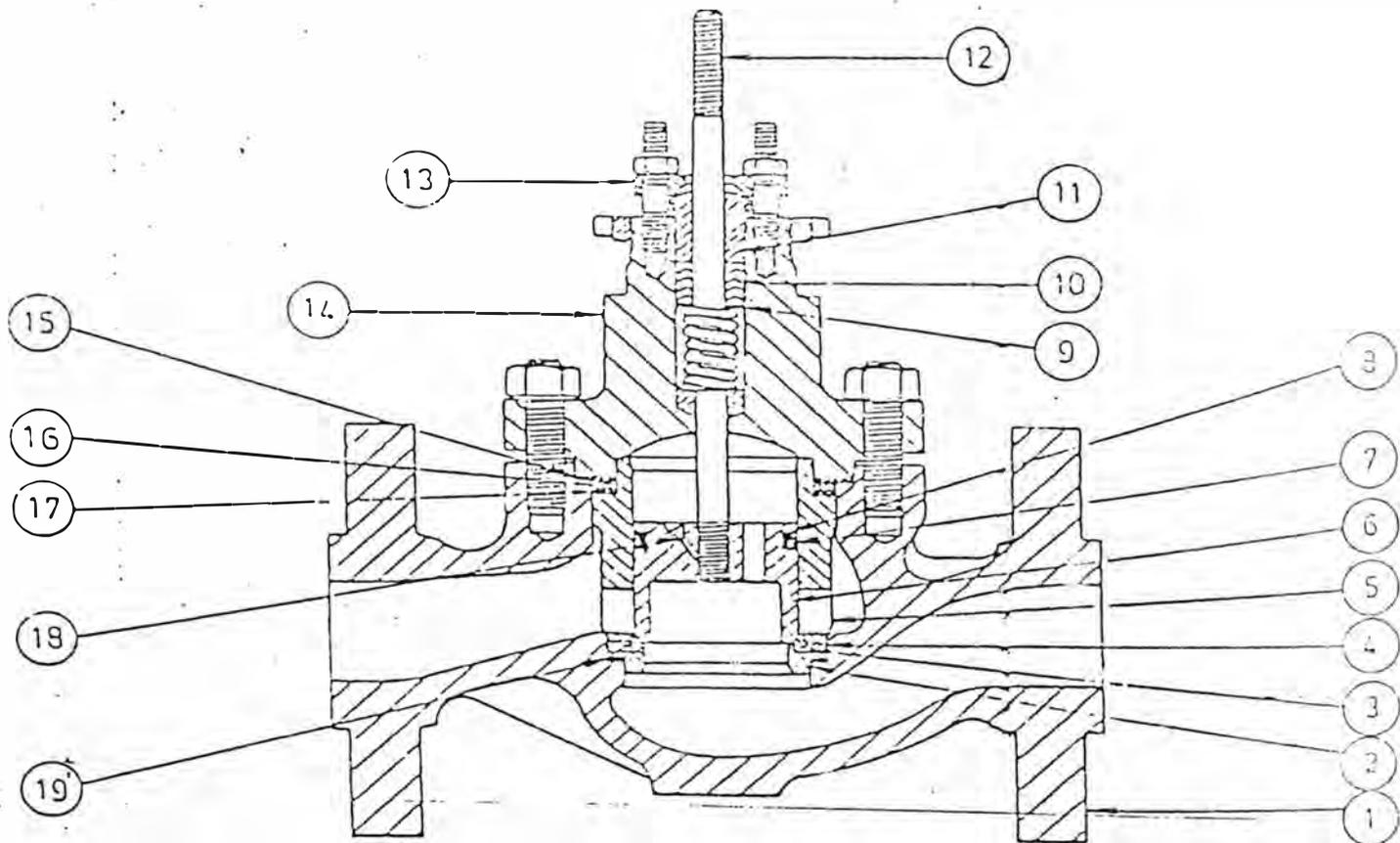
SATESA

CUERPO TIPO <J> CON MONTAJE <D>

- 1 - Cuerpo de la Válvula.
- 2 - Junta del Asiento.
- 3 - Asiento de la válvula.
- 4 - Obturador.
- 5 - Anillo de Cierre en "U".
- 6 - Perno de fijación.
- 7 - Jaula (según pedido).
- 8 - Junta Inferior.
- 9 - Junta Espiralada.
- 10 - Junta Superior.
- 11 - Bonete.
- 12 - Buje Guía del Vástago.
- 13 - Tuercas calidad 2H.
- 14 - Esparrago calidad B7.
- 15 - Resorte de Empaquetadura.
- 16 - Anillo de Empaquetadura.
- 17 - Empaquetadura.
- 18 - Buje de Empaquetadura.
- 19 - Tuerca de Unión.
- 20 - Brida Prensa.
- 21 - Tuercas de Brida Prensa.
- 22 - Esparrago de Brida Prensa.
- 23 - Vástago de la válvula.

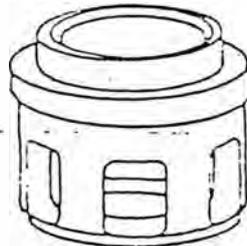


CUERPO TIPO "J" con MONTAJE TIPO "T"



Empresa del Gas Talara GASTALSA

Encomienda
 JAMES PARCAY NISO
 FUNDADOR EN DIRECTIVO



J. Apertura Rápida



J. Igual-porcentaje



J. Lineal

JAMES PARCAY NISO S.A.

CARLOS G. PARCAY
 ING. CIVIL



J. Anti-cavitación

JAI ME BERNARDO COLL S.P.

ING. RAUL VIZCAY
 APODERADO



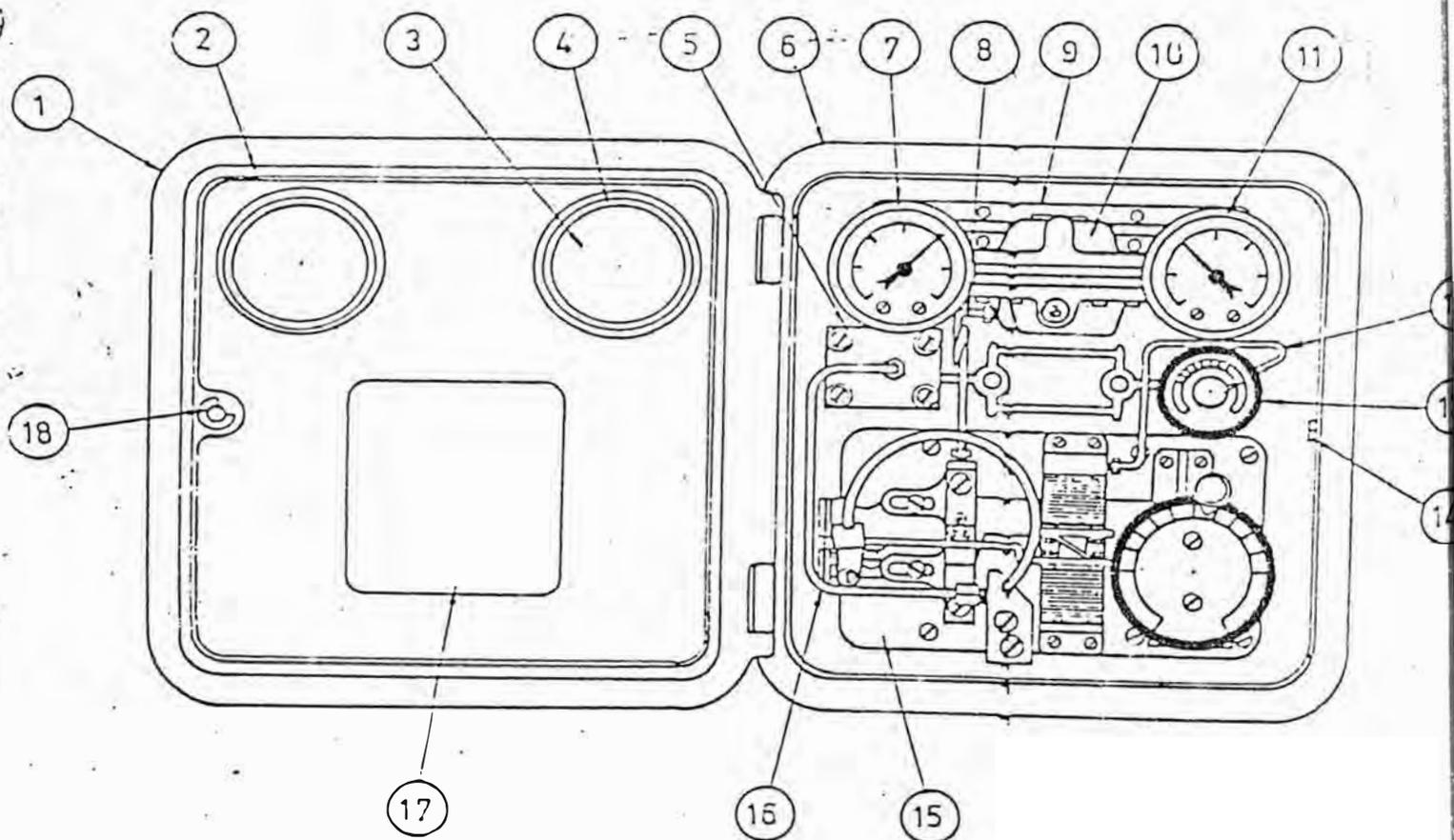
VIERRO TIPO "J" con MONTAJE TIPO "T"

- 1 Cuerpo de la válvula
- 2 Disco de asiento
- 3 Disco de cierre
- 4 Disco de retención
- 5 Jaula (según pedido)
- 6 Obturador
- 7 Anillo de asiento
- 8 Anillo interior
- 9 Anillo de empaquetadura
- 10 Empaquetadura
- 11 Buje de empaquetadura
- 12 Vástago de la válvula
- 13 Brida prensa estopa
- 14 Bonete
- 15 Junta superior
- 16 Junta espiralada
- 17 Junta inferior
- 18 Perno de fijación
- 19 Junta del asiento

SATESA



CONTROLADOR de PRESION TIPO 4150





SATESA

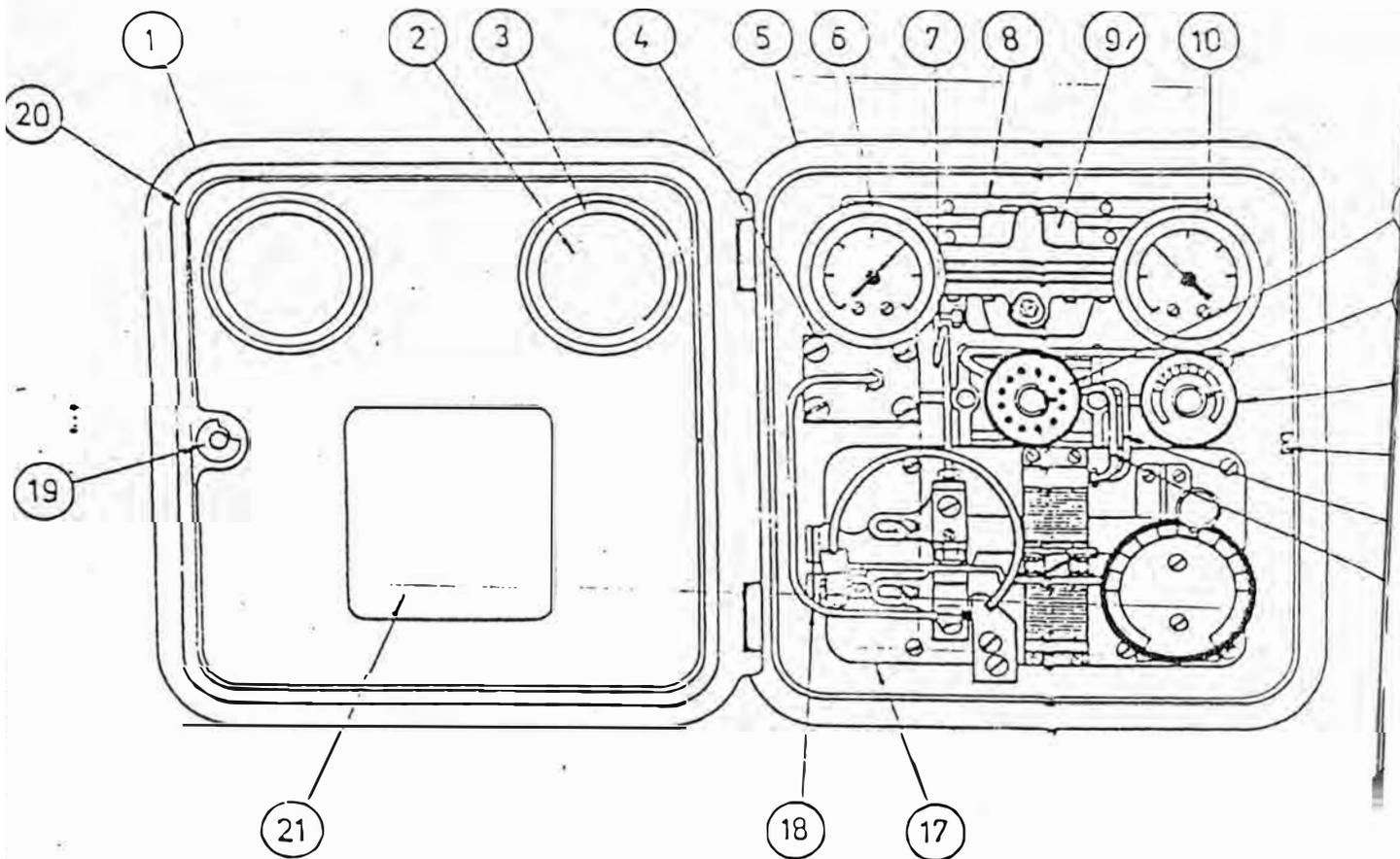
CONTROLADOR de PRESION TIPO 4150

- 1 - Tapa del Controlador.
- 2 - Burlete.
- 3 - Vidrio del Manómetro.
- 4 - Aro Reten del Vidrio.
- 5 - Bloc Conector.
- 6 - Caja del Controlador.
- 7 - Manómetro de Presión de Suministro.
- 8 - Tubo del Relevador.
- 9 - Base de Manómetros.
- 10 - Piloto Relay.
- 11 - Manómetro de Presión de Salida.
- 12 - Tubo de Proporcionalidad.
- 13 - Ajuste de Banda Proporcional.
- 14 - Traba de Cerradura.
- 15 - Sub-Conjunto de Control.
- 16 - Tubo del Bourdon.
- 17 - Placa de Identificación.
- 18 - Cerradura.



SATESA

CONTROLADOR de PRESION TIPO 4160





SATESA

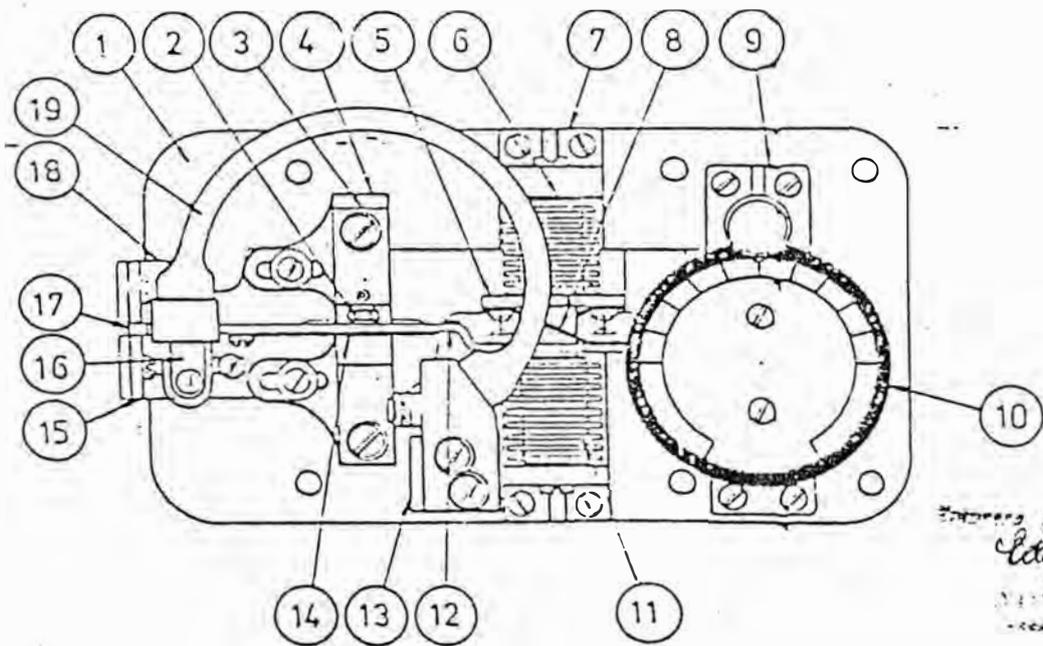
CONTROLADOR de PRESION TIPO 4160

- 1 - Tapa del Controlador.
- 2 - Vidrio del Manómetro.
- 3 - Aro Reten del Vidrio.
- 4 - Bloc Conector.
- 5 - Caja del Controlador.
- 6 - Manómetro de Presión de Suministro.
- 7 - Tubo del Relevador.
- 8 - Base de Manómetros.
- 9 - Piloto Relay.
- 10 - Manómetro de Presión de Salida.
- 11 - Válvula Reset.
- 12 - Tubo de Proporcionalidad.
- 13 - Ajuste de Banda Proporcional.
- 14 - Traba de Cerradura.
- 15 - Tubo de Balanceo.
- 16 - Tubo de Balanceo.
- 17 - Sub-Conjunto de Control.
- 18 - Tubo del Bourdon.
- 19 - Cerradura.
- 20 - Burlete.
- 21 - Placa de Identificación.



SATESA

CONTROLADOR de PRESION
TIPO: 4150 - 4160 -
Sub-Conjunto de Control



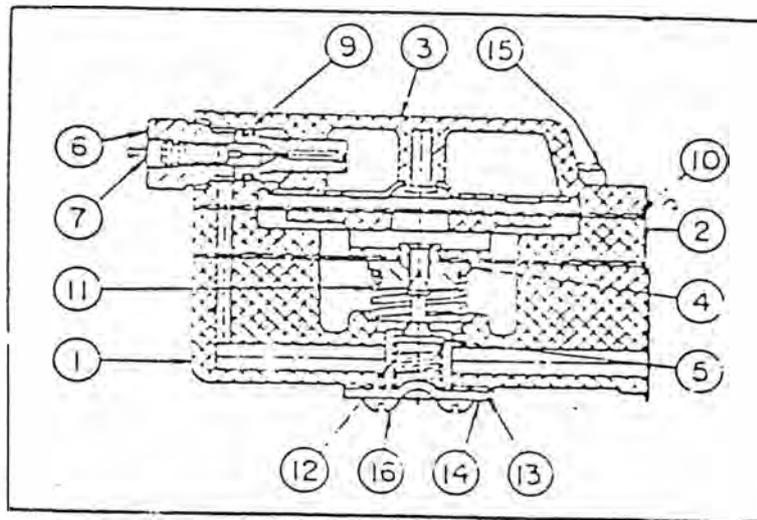
- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1 - Placa de Montaje. | 13 - Base de Bourdon. |
| 2 - Tobera. | 14 - Flap. |
| 3 - Block de Inversión. | 15 - Base de La Unión Elastica |
| 4 - Base de Calibración. | 16 - Brazo Conector. |
| 5 - Espaciador. | 17 - Unión Elastica. |
| 6 - Junta de los Fuelles. | 18 - Base Movil. |
| 7 - Base de Fuelles. | 19 - Tubo de Bourdon. |
| 8 - Tensores de Fuelles. | 20 - Espaciador del Ajuste. |
| 9 - Conjunto del Ajuste de Presión. | 21 - Resorte. |
| 10 - Cuadrante de Ajuste de Presión. | 22 - Junta de Base de Fuelles |
| 11 - Conjuntos de Fuelles. | 23 - Poste del Fuelle. |
| 12 - Brazo Oscilante. | 24 - Pasador de Espiral. |

LAS PIEZAS 20, 21, 22, 23, 24, NO SE MUESTRAN EN EL DIBUJO



SATESA

PILOTO RELAY



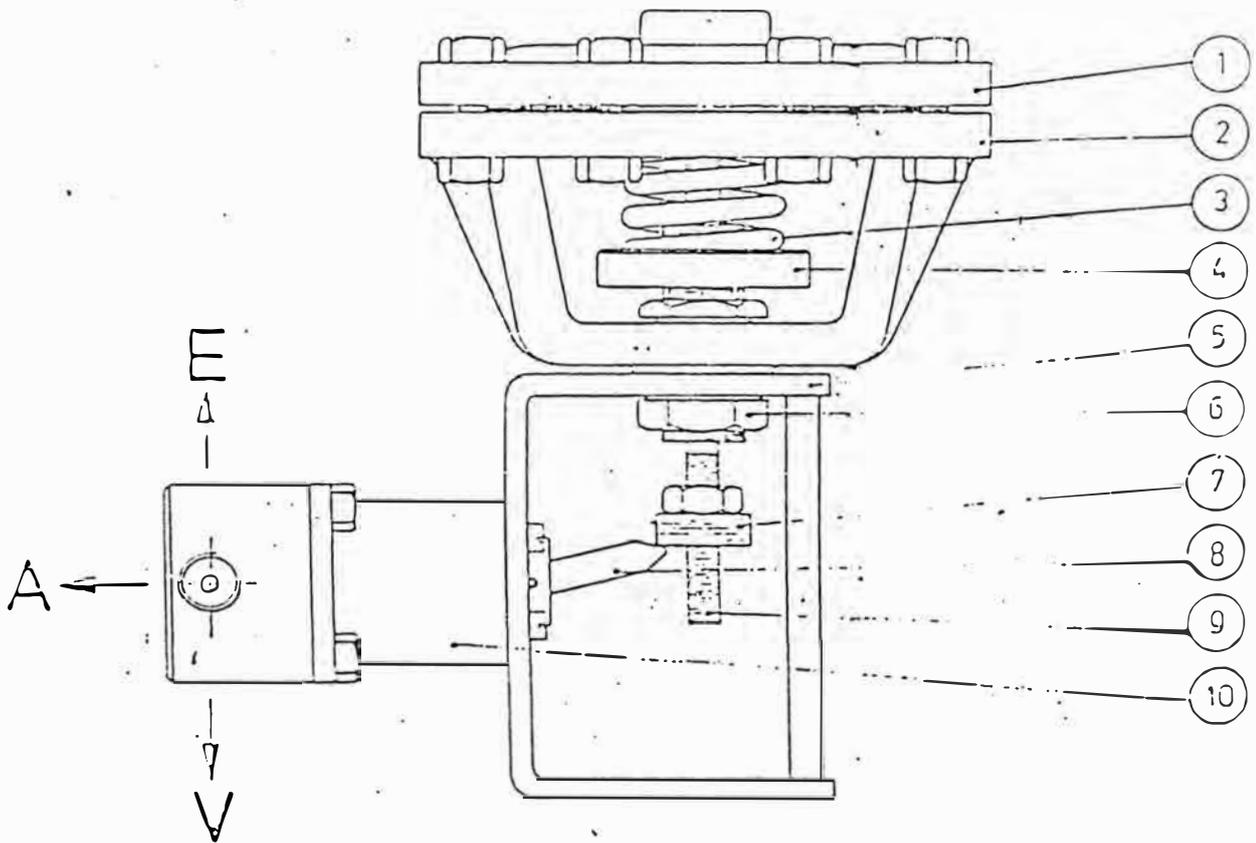
- 1 - Cuerpo Relay.
- 2 - Anillo espaciador.
- 3 - Tapa superior.
- 4 - Ensamble Diafragma.
- 5 - Obturador.
- 6 - Restricción orificio.
- 7 - Ovulo.
- 9 - Sello tipo O-Ring.
- 10 - Diafragma.
- 11 - Resorte Relay.
- 12 - Resorte de obturador.
- 13 - Anillo de cierre.
- 14 - Tapa apoyo resorte.
- 15 - Tornillos.
- 16 - Tornillo de tapa.

CARLOS J. PARCER
ING. EN ELECTRICIDAD

JAI ME BERNARDO COLL
ING. RAUL VIZCAY
APODERADO

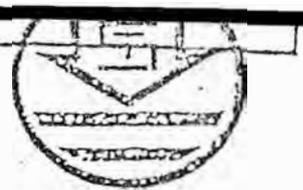


PILOTO TIPO "168"

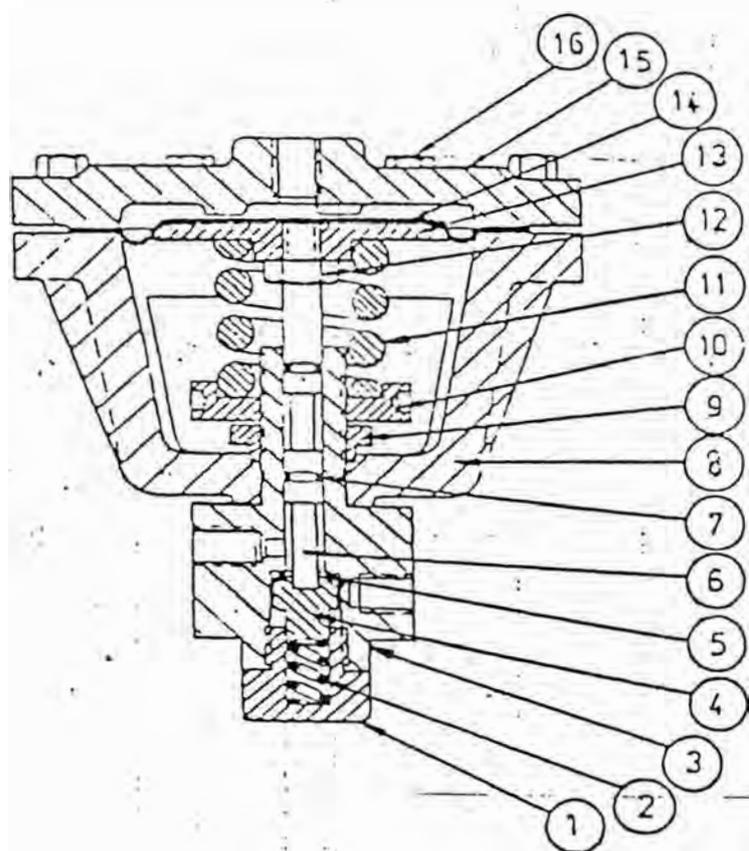


- 1 Cabeza del Actuador
- 2 Horquilla del Actuador
- 3 Resorte de Regulación
- 4 Tuerca de Regulación
- 5 Soporte del Piloto
- 6 Tuerca de sujeción de la horquilla
- 7 Disco de accionamiento.
- 8 Palanca para reposición manual
- 9 Vástago
- 10 Rele

MANUFACTURER S.A.
 CARLOS J. MANUEL



RELAY TIPO "R2" - CORTE por ALTA-

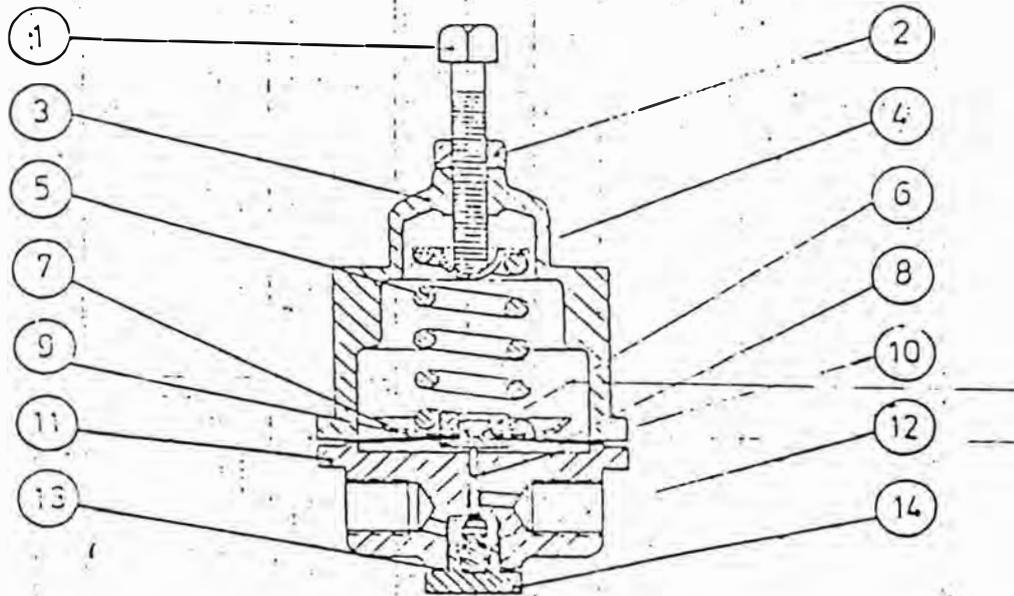


- 1 Tapón inferior
- 2 Resorte de obturador
- 3 Cuerpo
- 4 Obturador
- 5 Sello tipo "O-Ring"
- 6 Vástago
- 7 Sello tipo "O-Ring"
- 8 Horquilla
- 9 Tuerca de Unión
- 10 Plato de resorte
- 11 Resorte de regulación
- 12 Contratuerca
- 13 Plato de diafragma
- 14 Diafragma
- 15 Tapa cámara de diafragma
- 16 Tornillo cabeza hexag. y tuer.

Conexiones de entrada y salida ϕ 1/4" BSPT.

Conexión de señal al actuador ϕ 1/4" BSPT.

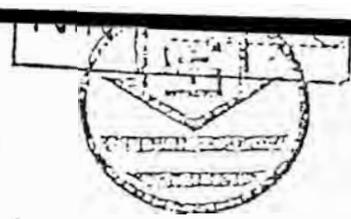
PILOTO TIPO "67-H"



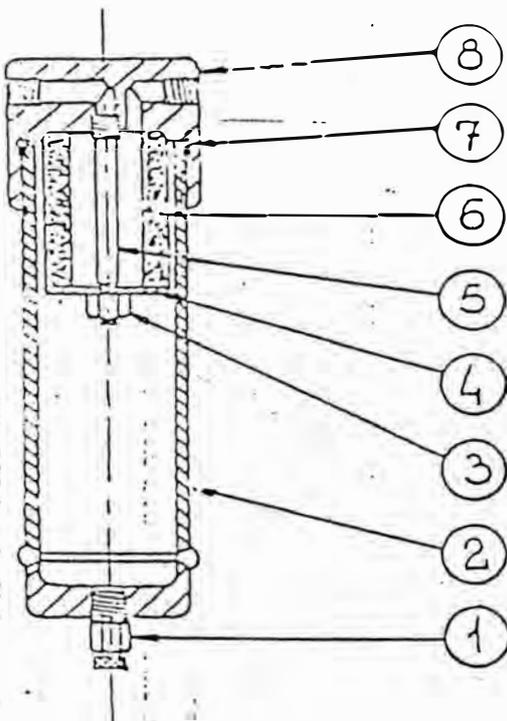
- 1 Tornillo de Regulación
- 2 Tuerca Hexagonal
- 3 Bonete del Piloto
- 4 Plato de Resorte
- 5 Resorte de Regulación
- 6 Arandela de Conjunto Diafragma
- 7 Plato de Diafragma
- 8 Diafragma
- 9 Pieza de Acople
- 10 Obturador
- 11 Cuerpo de Piloto
- 12 Resorte de Obturador
- 13 Junta
- 14 Tapon

INGENIERO EN MQUINA
 CARLOS G. PARODI
 REG. CIVIL

JAIME BERNARDO G...
 ING. RAUL VIEL
 APODERADO



FILTRO TIPO 254-E-



- 1- Grifo de purga
- 2- Cuerpo
- 3- Tuerca autofrenante
- 4- Tapa soporte
- 5- Tubo
- 6- Cartucho filtrante
- 7- Sello tipo "O-Ring"
- 8- Cabezal

Empresa S. A.

Handwritten signature
GARCIA

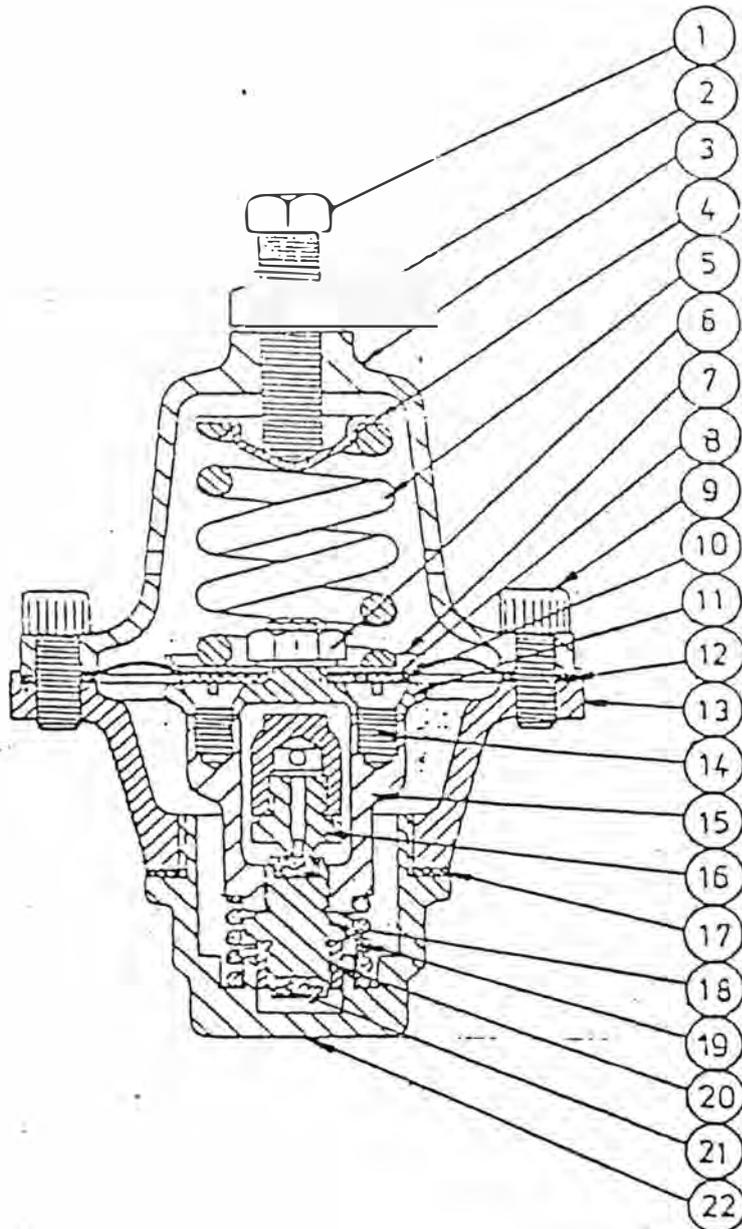
CONEXIONES ROSCADAS DE DIAMETRO 1/4" BSPT,

JAIMÉ BERNARDO COLLA
Handwritten signature
CARLOS G. PARDO
ING. CIVIL

JAIMÉ BERNARDO COLLA
Handwritten signature
ING. RAUL VIAL
APODERADO



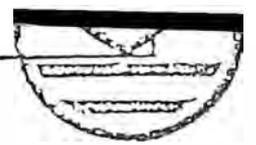
VALVULA REGULADORA TIPO-1301-F



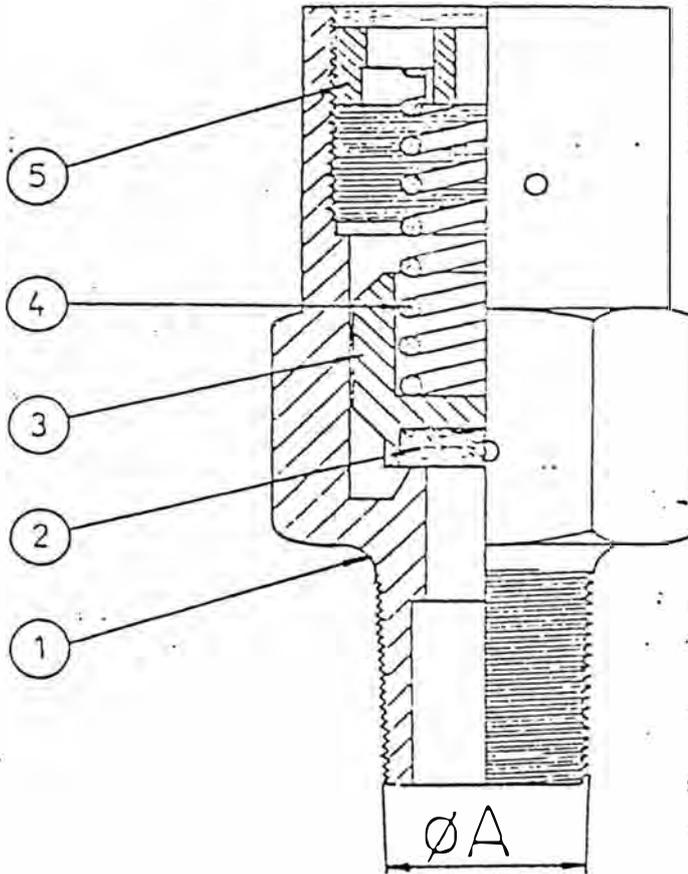
- 1 Tornillo de regulación
- 2 Tuerca
- 3 Bonete
- 4 Plato apollo de resorte
- 5 Resorte de regulación
- 6 Tuerca
- 7 Plato de diafragma
- 8 Diafragma
- 9 Tornillo Allen
- 10 Junta
- 11 Plato de unión
- 12 Junta
- 13 Cuerpo
- 14 Tornillo cabeza frezada
- 15 Horquilla
- 16 Tobera
- 17 Junta
- 18 Obturador
- 19 Resorte de obturador
- 20 Guía para obturador
- 21 Disco de teflón para obtu
- 22 Tapa guía

Conexiones de entrada y salida $\frac{1}{4}$ " BSPF.

3



VALVULA de SEGURIDAD TIPO "H-200"



- TIPO H-201 - ϕA - 1/4" NPT
- TIPO H-202 - ϕA - 1/2" NPT
- TIPO H-203 - ϕA - 3/4" NPT
- TIPO H-204 - ϕA - 1" NPT

- 1 Cuerpo de la válvula
- 2 Disco de cierre
- 3 Obturador
- 4 Resorte de regulación
- 5 Arandela roscada de regulación



SATESA

1. GENERALIDADES

1.1. Funcionamiento

Las válvulas de seguridad son válvulas de descarga automática y tienen la función de mantener la presión en un circuito bajo un límite tope previamente fijado.

La válvula de seguridad se compone esencialmente de tres partes principales:

Tobera: Que permite una correcta / conducción de la vena fluida de escape o descarga.

Disco Obturador: Cierra la luz de descarga de la tobera.

Resorte: Que se opone a la fuerza del fluido sobre el disco obturador.

Cuando la fuerza ejercida por la / presión del fluido sobre el disco obturador supera la fuerza del resorte, el disco obturador comienza a levantarse. La presión ejercida por el fluido de escape sobre la / superficie de la cámara anular del porta obturador determina una inmediata apertura de la válvula. La / distancia de la tuerca de regulación con respecto al porta obturador incide en la caída de presión entre la apertura y cierre para la válvula empleada con gas o vapor. En las válvulas empleadas con líquidos, la tuerca de regulación debe ser bajada de manera de hacerla ineficaz.

2. INSTALACION

Durante el montaje de la válvula:

: Evitar golpear para no dañar las caras de las bridas y no desajustar las partes internas.

: Soplar la línea del circuito en el cual será instalada la válvula con el fin de hacer desaparecer // los cuerpos extraños (restos de // soldaduras, etc.).

: Limpiar muy bien las conexiones de la válvula y la tobera; eventuales impurezas sobre la tobera podrían dañar el asiento de la válvula, en el momento de escape.

: Instalar la válvula sólo en posición vertical con la entrada hacia abajo.

: Apretar de manera uniforme los esparragos de la brida de entrada de la válvula a la tubería.

: Emplear tuberías de entrada y salida lo más corta posible y de dimensiones iguales a los ataques de la válvula.

: Prevenir los esfuerzos sobre la brida de salida con soportes apropiados.

: Anclar la tubería de salida para evitar vibraciones durante la carga.

: Poner drenaje en la tubería de salida salvo cuando existe contrapresión; los cuerpos de las válvulas van provistos de un orificio de drenaje roscado a 1/2" BSPT, cerrado normalmente con un tapón.

: Evitar sobre la tubería codos con pequeños radios de curvatura para la evacuaciones de gases y vapores con alta temperatura emplear juntas de expansión o de dilatación.

: Orientar la tubería de evacuación hacia abajo en el caso de líquidos y hacia arriba en el caso de gases y vapores.

Después de haber instalado la válvula, hacerla funcionar al menos dos veces para permitir el ajuste de las partes internas.

Los desajustes pueden haber sido causados accidentalmente durante el transporte o durante la puesta en servicio de la válvula.

3. REVISION

Revisar la válvula significará desmontarla completamente para limpiar cuidadosamente cada una de sus partes, y para valorar si algunas de las diversas piezas pueden ser cambiadas de nuevo, ajustadas o cambiadas.

Es necesario comprobar si la superficie de contacto del asiento de la tobera esta perfectamente

Manuel Quintana
DIRECCION GARCIA VINO



SATESA

En caso de que presente rasguños o grietas es preciso rectificar y lapear la superficie.

3.1. Lapeado de la superficie superior de la tobera (asiento)

- 1) Emplear un trozo de hierro colado con una cara especular o bien un trozo de cristal de adecuadas dimensiones, controlar que éste no se inclina bajo el peso de la tobera para evitar / redondear las esquinas.
- 2) Después de haber puesto la pasta esmeril en la cara especular del bloque, mover este último / sobre la superficie del asiento describiendo la figura de un // ocho.

Es necesario limpiar con esmero la parte lapeada antes del montaje de manera que se quite todas las huellas de pasta esmeril.

4. MANTENIMIENTO ORDINARIO

La operación más frecuente consiste en un minucioso control, hecho a intervalos regulares para ver si no existen averías evidentes en // las diversas piezas de la válvula. Se debe sobre todo comprobar que / no hay fugas; éstas deben ser siempre evitadas, especialmente cuando el fluido es tóxico o altamente volátil y muy costoso.

Efectuar periódicamente sopladors con las válvulas que llevan dispositivo de levantamiento, con el // fin de conseguir un regular funcionamiento (como mínimo dos o tres // veces al año).

Durante esta prueba, la presión de // de ser como mínimo un 75% de la // presión de regulación.

5. DESMONTAJE

- 1) Quitar el bonete tapa (21).
- 2) Marcar la posición del tornillo de regulación (20) en correspondencia con el plano de la contratuerca (19) para poder restablecer la misma posición.

- 3) Quitar el tornillo de fijación (3) de la tuerca de regulación de escape. Con un atornillador, llevar la tuerca de regulación (4) a contacto con el porta obturador (8) (de izquierda a de // derecha) y teniendo cuidado de // contar el numero de muescas para poner en la fase de calibración la misma posición.
- 4) Aflojar la contratuerca (19) del // tornillo de regulación.
- 5) Aflojar la tensión del resorte (16) quitando el tornillo de // regulación (20).
- 6) Quitar el bonete (17) desatornillando las tuercas de fijación.
- 7) Retirar el vástago (15) el plato // apoyo de resorte superior, / el resorte (16) y el plato // apoyo de resorte inferior (14).
- 8) Usando el vástago como mango, // sacar todo el grupo del // interior del cuerpo.
- 9) Sacar el vástago (15) del // porta obturador (8).
- 10) Sacar el casquillo guía (10) // del porta obturador.
- 11) Quitar el obturador (7) // del porta obturador.
- 12) Aflojar la tuerca de // regulación (4) en sentido // contrario a las manecillas del reloj.
- 13) Sacar la tobera (1) // del cuerpo de la válvula (2).

6. MONTAJE

Volver a montar la válvula // efectuando las operaciones // mencionadas para el // desmontaje pero en // sentido contrario, // teniendo cuidado de:

- : Evitar rasguños sobre las // superficies lapeadas.
- : Limpiar con esmero todas // las piezas internas.
- : Poner grasa grafitada en // las roscas, vástago, // guías.
- : Controlar las juntas; si // es necesario cambiarlas.

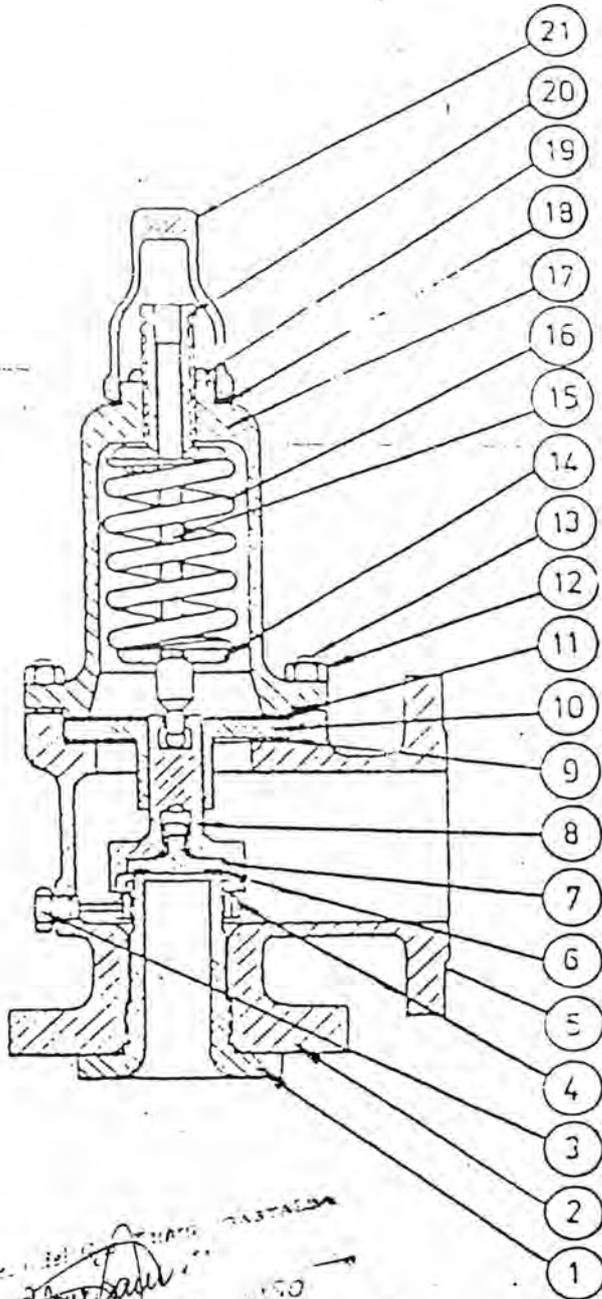
estandarizado

SARANDI TECNICA S.A.
CARLOS F. FARODY
ING. CIVIL

JAIME BERNARDO
ING. RAUL VIZLAV
APODERADO



SEGURIDAD POR ALIVIO TOBERA LARGA



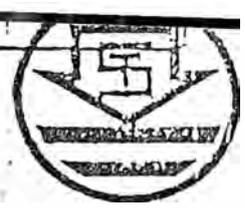
- 1 Tobera larga
- 2 Cuerpo
- 3 Tornillo de fijación
- 4 Tuerca de regulación de escape
- 5 Tapón de drenaje
- 6 Arandela de cierre
- 7 Obturador
- 8 Porta obturador
- 9 Junta
- 10 Casquillo guía
- 11 Junta
- 12 Tuerca
- 13 Esparrago
- 14 Plato apoyo de resorte
- 15 Vástago
- 16 Resorte de regulación
- 17 Bonete
- 18 Junta
- 19 Contra tuerca
- 20 Tornillo de regulación
- 21 Tapa del bonete

CARLOS G. PARDO

CARLOS G. PARDO

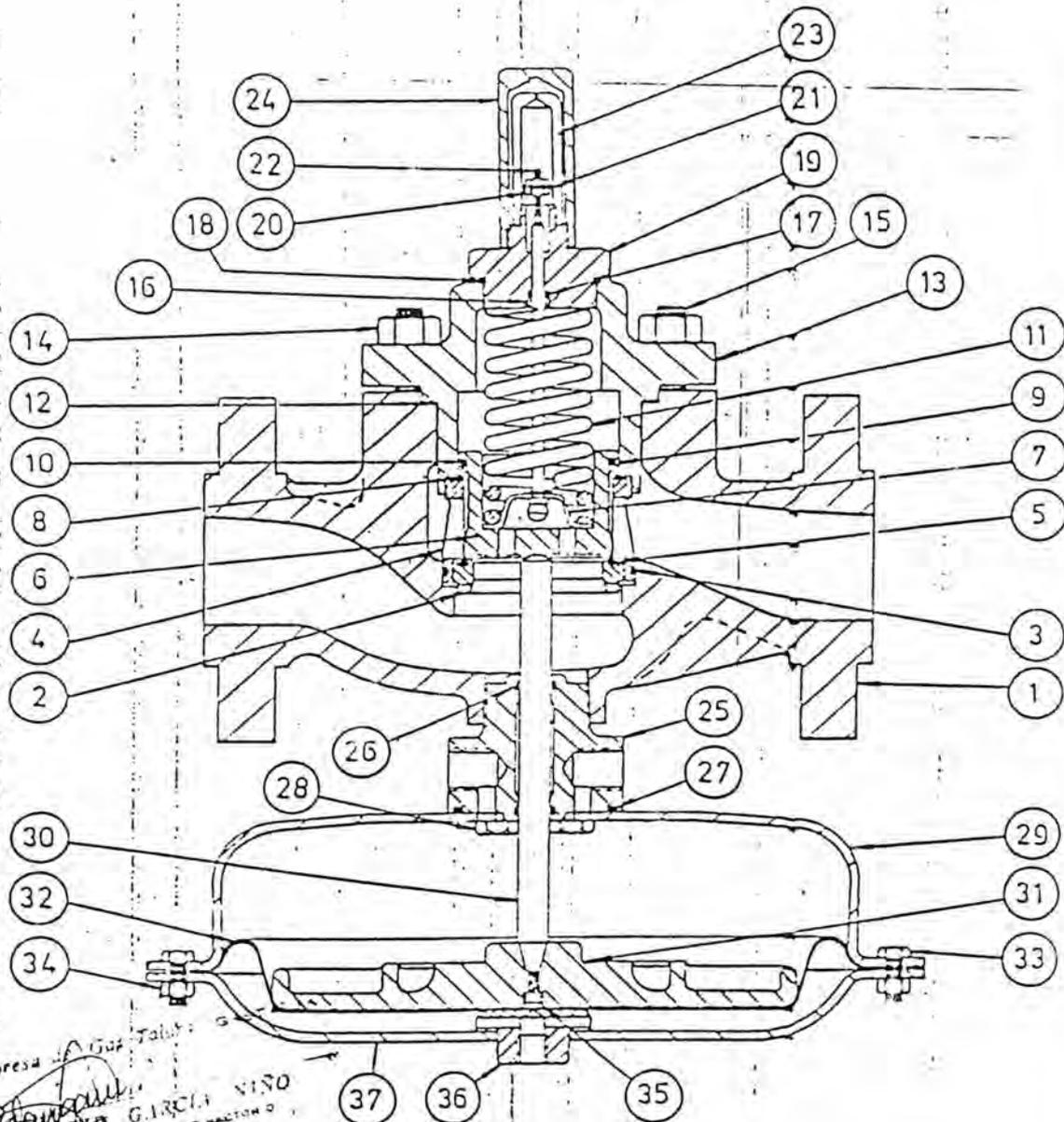
JAIME BERNARDO COLL

 ING. RAUL VIZO



SATESA

REGULADOR TIPO 1098-JGR



Empresa *García VISO*
Carlos G. Parodi
 GARCÍA VISO
 PRESIDENTE DE DIRECTOR



LINEAL



ANTIRUIDO



APERTURA RAPIDA

JAIMÉ BERNARDO COLL S.A.

IND. RAUL VIZCAY

Jaime Bernardo Coll
 CARLOS G. PARODI

SATESA

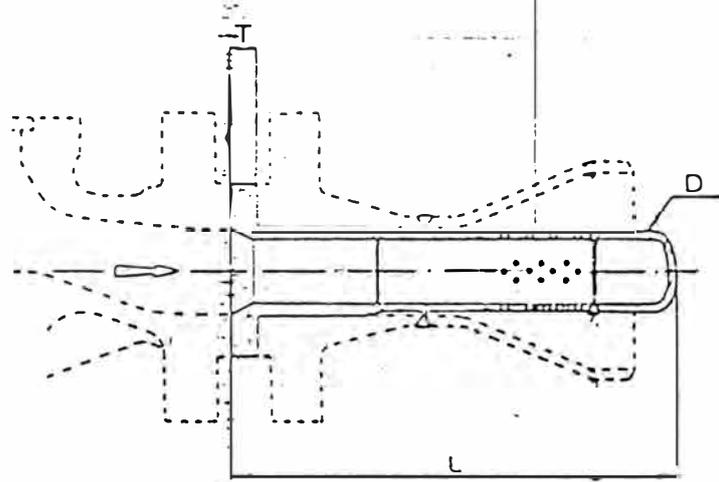
REGULADOR TIPO 1098-JGR

- 1 - Cuerpo de la válvula.
- 2 - Anillo de Asiento.
- 3 - Sello tipo "O-Ring".
- 4 - Jaula (según pedido).
- 5 - Sello del asiento.
- 6 - Obturador.
- 7 - Asiento del resorte.
- 8 - Sello Superior.
- 9 - Anillo sello de obturador.
- 10 - Sello tipo "O-Ring".
- 11 - Resorte.
- 12 - Junta.
- 13 - Tapa brida.
- 14 - Tuercas calidad 2H.
- 15 - Esparragos calidad B7.
- 16 - Buje guía.
- 17 - Sello tipo "O-Ring".
- 18 - Sello tipo "O-Ring".
- 19 - Accesorio Indicador.
- 20 - Tuerca Exagonal.
- 21 - Arandela Indicadora.
- 22 - Vástago Indicador.
- 23 - Escala Indicadora.
- 24 - Protector del indicador.
- 25 - Bonete.
- 26 - Sello tipo "O-Ring".
- 27 - Sello tipo "O-Ring".
- 28 - Tornillo de la tapa.
- 29 - Caja superior de diafragma.
- 30 - Vástago de la válvula.
- 31 - Plato de diafragma.
- 32 - Diafragma.
- 33 - Tornillo de fijación.
- 34 - Tuerca Exagonal.
- 35 - Tornillo "Allen".
- 36 - Tapón de apoyo.
- 37 - Caja inferior de diafragma.



SATESA

DIFUSOR TIPO 6011



SERIE (*)	L	T	D (**)
2"	254	16	1 1/2"
3"	432	19	2 1/2"
4"	508	22	3"

(*) Diámetro nominal de la Brida de Montaje.

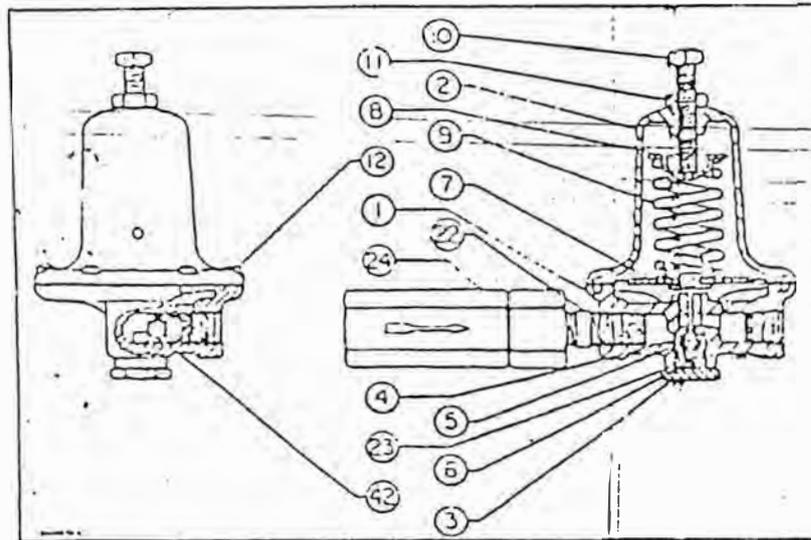
(**) Diámetro nominal del tubo.

Dimensiones en Milímetros.



SATESA

PILOTO TIPO 6351



1 - Cuerpo de Piloto.

2 - Bonete.

3 - Tapon Inferior.

4 - Obturador.

5 - Asiento de Resorte Obturador.

6 - Resorte de Obturador.

7 - Ensamble Diafragma.

8 - Plato de Resorte.

9 - Resorte de Regulación.

10 - Tornillo de Ajuste.

11 - Tuerca.

12 - Tornillos.

22 - Niple.

23 - Junta del Tapon.

24 - Filtro tipo P-594.

42 - Válvula de Alivio.



Apéndice C-7

Medidores residenciales para gas natural

Residential Gas Meters

Medidores para Gas Residenciales

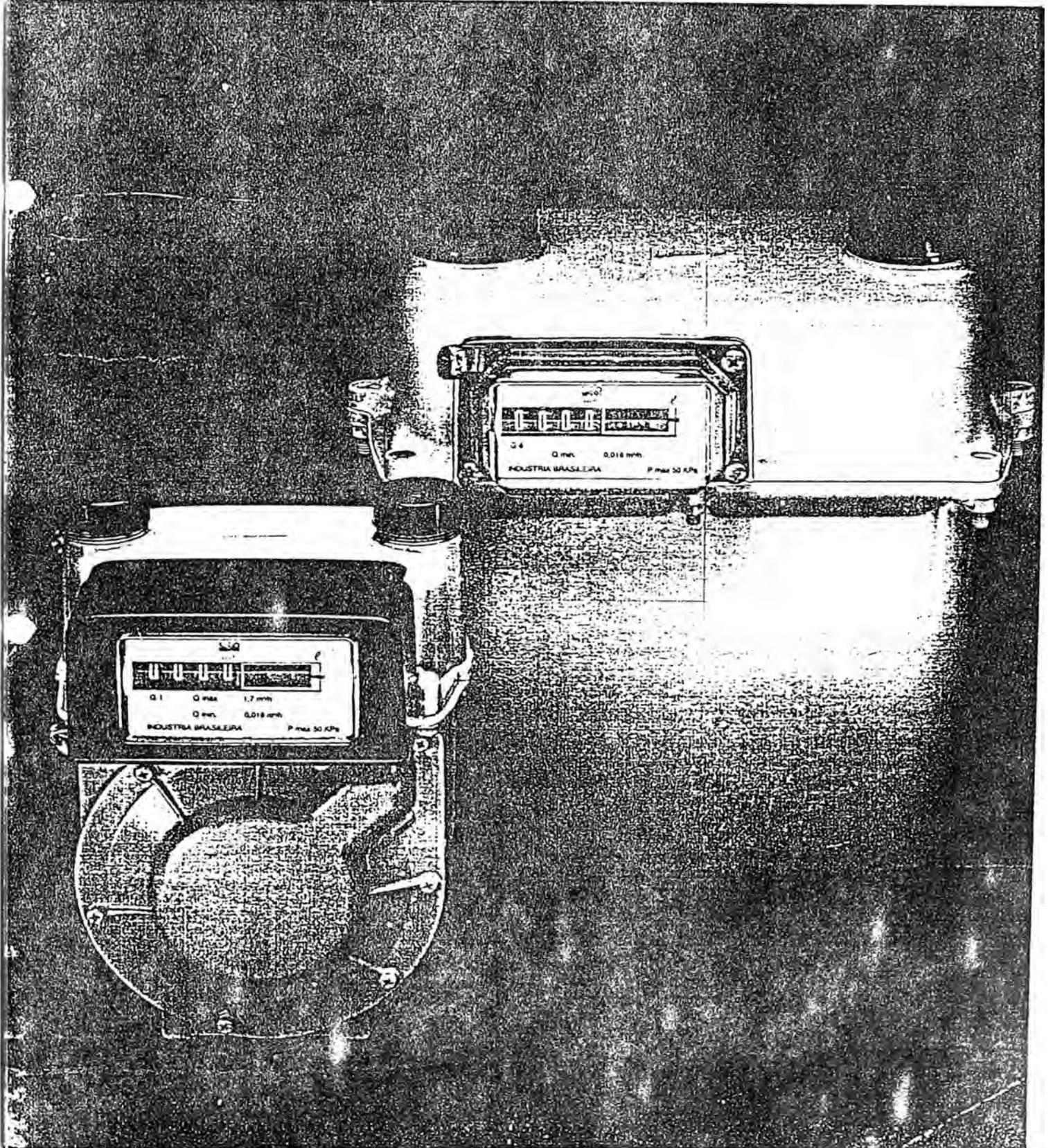
LAO

INDÚSTRIA

Empresa del Gas de la Región Gas de la

Handwritten signature
DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIAS
CALLE 100 N.º 10000

EXPORT DIVISION / DIVISIÓN EXPORTACIÓN



LAO Meters for Natural Gas, LPG and Manufactured Gas.

Medidores LAO para Gas Natural, GLP y Manufacturados.

Designed according to national and international standards the LAO meters fully comply with specifications for the measurement of residential consumption of natural, LPG and produced gas. Their design characteristics guarantee total safety against the action of chemical agents contained in gas and thus avoid the need of periodic maintenance.

Technical Characteristics

High Resistance

The use of aluminium silicon alloy in the pressurized casting process ensures a strong and at the same time light construction facilitating the handling of the meter.

Technology of Measurement

The channel system connects the four chambers to the distribution plate, which in the LAO G1 meter couples into a rotating valve, and in the LAO G6 meter into two valves of the alternating type.

Measuring Process

The angle-thrust synthetic diaphragms transmit their action to the valves that feed the distribution plate, coordinating charge and

discharge of fluid in the measuring chambers. The transmission of this movement drives the reduction mechanism that rotates the totalizer.

Totalizer

The engineering thermoplastic totalizers are of the seven digit manufactured in cyclometric type with four integers and two decimal fractions. The totalizer mechanism is protected by a perfectly transparent and high impact resistant polycarbonate lid.

Protective Finish

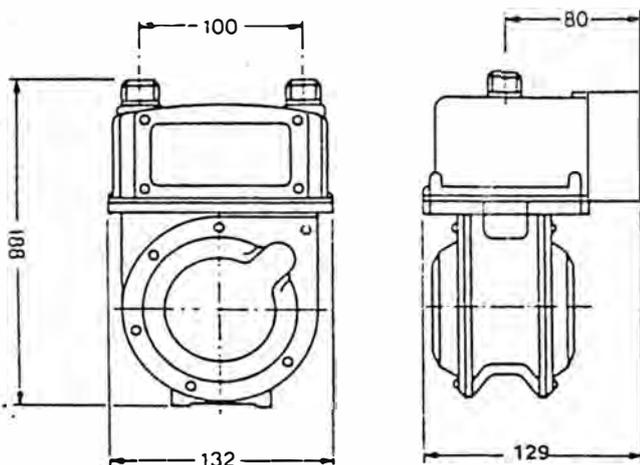
All models are coated with an enamel paint finish containing two components: epoxy resin and polyamine.

Special Projects

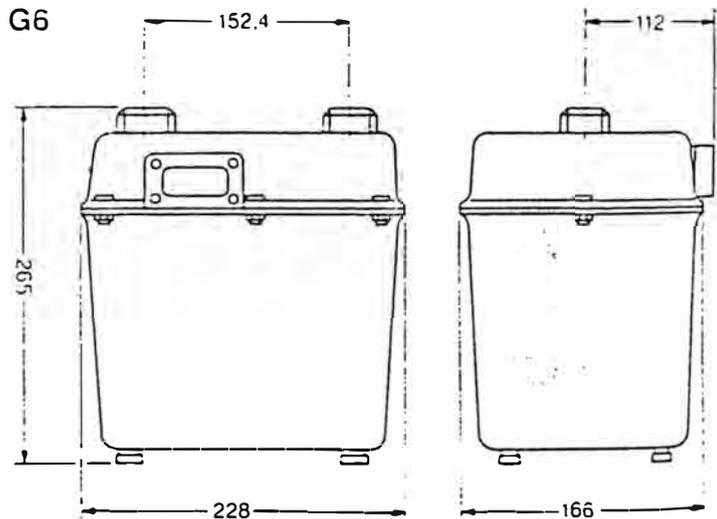
The LAO Engineering Division is fully equipped to carry out, upon request, projects for special meters, as for instance: - special letter on the dial, color of the meter, special connections, meters for Bio-G and others.

Note: In order not to block the evolution of meter technology, LAO reserves the right to effect any modification in its projects.

G1



G6



Technical Data/Datos Técnicos - G1

Type of Gas m ³ /h	Max. Flowrate m ³ /h*	Min. Flowrate m ³ /h	Start Flowrate of Operation m ³ /h	Max. Operating Pressure kPa	Cyclic Capacity dm ³
Tipo de Gas m ³ /h	Caudal Máx. m ³ /h*	Caudal Min. m ³ /h	Caudal de Inicio de Funcionamiento m ³ /h	Presión Máx. de Trabajo kPa	Capacidad Cíclica dm ³
Air / Aire	1,7	0,016	0,002	50	0,4
Natural Gas / Gas Natural	2,3	0,016	0,002	50	0,4
LPG / GLP	1,4	0,016	0,002	50	0,4

* For a pressure loss of 200 Pa.

* Para una pérdida de presión de 200 Pa.

Note: For operation with LPG a pressure loss of 300 Pa is allowed, maximum flowrate being 1,8 m³/h.

Nota: Para trabajar con GLP se admite una pérdida de presión de 300 Pa, siendo que el caudal máximo es de 1,8 m³/h.

Technical Data/Datos Técnicos - G6

Type of Gas m ³ /h	Max. Outflow m ³ /h*	Min. Outflow m ³ /h	Start Flowrate of Operation m ³ /h	Max. Operating Pressure kPa	Cyclic Capacity dm ³
Tipo de Gas m ³ /h	Caudal Máx. m ³ /h*	Caudal Min. m ³ /h	Caudal de Inicio de Funcionamiento m ³ /h	Presión Máx. de Trabajo kPa	Capacidad Cíclica dm ³
Air / Aire	10	0,06	0,01	50	2
Natural Gas / Gas Natural	12,5	0,06	0,01	50	2
LPG / GLP	8	0,06	0,01	50	2

* For a pressure loss of 200 Pa.

* Para una pérdida de presión de 200 Pa.

Proyectados para atender las exigencias de normas nacionales e internacionales, los medidores de gas LAO, cumplen en su totalidad con las especificaciones para la medición de consumos residenciales de gas natural, GLP y manufacturado. Las características constructivas, garantizan total seguridad contra la acción de agentes químicos del gas y dispensan un mantenimiento periódico.

Características Técnicas

Resistencia

La utilización de una liga de aluminio-silicio por el proceso de fundición a presión, asegura una construcción robusta y al mismo tiempo leve, facilitando su instalación.

Principio de Medición

Un sistema de canales comunica sus cuatro cámaras con la placa de distribución, siendo que el medidor LAO G-1 acopla una válvula de tipo alternativo, y en el medidor LAO G-6, dos válvulas de tipo alternativo.

Mecanismo de Medición

Los diafragmas sintéticos, de desplazamiento angular, transmiten los movimientos a las válvulas que actúan sobre la placa de distribución, haciendo la carga y descarga del fluido en las cámaras de medición. La

transmisión de este movimiento, acciona el mecanismo de reducción que mueve el totalizador.

Totalizador

Los totalizadores son del tipo ciclométrico, con siete dígitos siendo, cuatro enteros y tres decimales, producidos en termo plástico de ingeniería.

El mecanismo totalizador está protegido por una tapa de policarbonato de óptima transparencia y alta resistencia al impacto.

Revestimiento Protector

Todos los medidores reciben un revestimiento de pintura con tinta esmalte con dos componentes: resina de epoxi y poliamina.

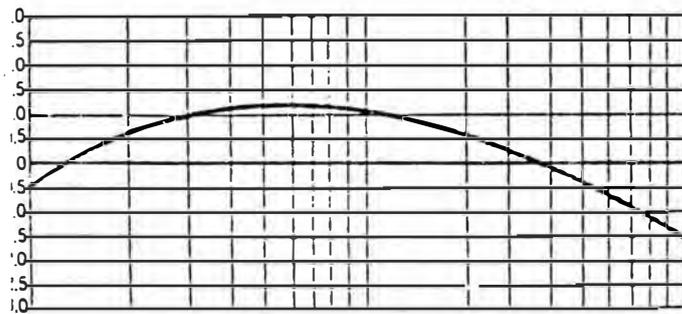
Proyectos Especiales

La Ingeniería del LAO puede realizar proyectos de medidores especiales bajo consulta, con diferentes opciones tales como:

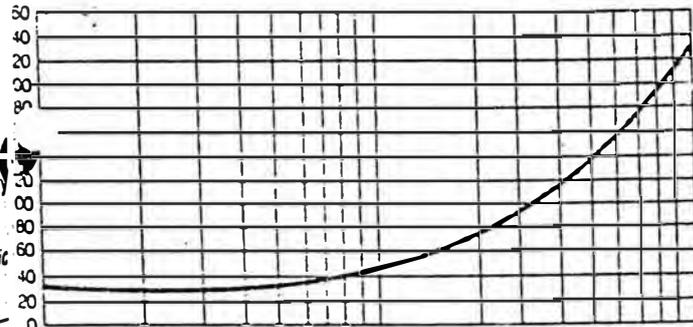
- Indicación en el mostrador
- Color del medidor
- Conexiones especiales
- Medidores para Bio-gas y otros.

Nota: Con el objetivo de no obstruir la evolución de la tecnología de medición, LAO se reserva el derecho de realizar modificaciones en sus proyectos.

Error curve/Curva de errores



Pressure Loss Curve/Curva de Pérdida de Presión



Flowrate Q in m³/h (Air)	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
Caudal Q en m³/h (Aire)							
Flowrate Q in m³/h (Nat. Gas)	0,13	0,26	0,52	1,1	1,6	2,1	2,6
Caudal Q en m³/h (Gas nat.)							
Flowrate Q in m³/h (LPG)	0,08	0,16	0,32	0,64	0,96	1,28	1,6
Caudal Q en m³/h (GLP)							

Natural Gas: (specific weight in relation to air 0,64)
LPG: (specific weight in relation to air 1,52)

Gas Natural: (peso específico con relación al aire 0,64)
GLP: (peso específico en relación al aire 1,52)

Max. Reading: 9999,999 m³
Lectura Máx: 9999,999 m³

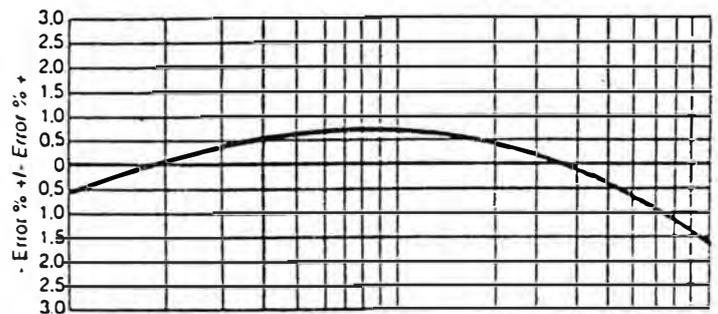
Min. Reading: 0,2 dm³
Lectura Min: 0,2 dm³

Connections: M27 x 1,5
Conexiones: M27 x 1,5

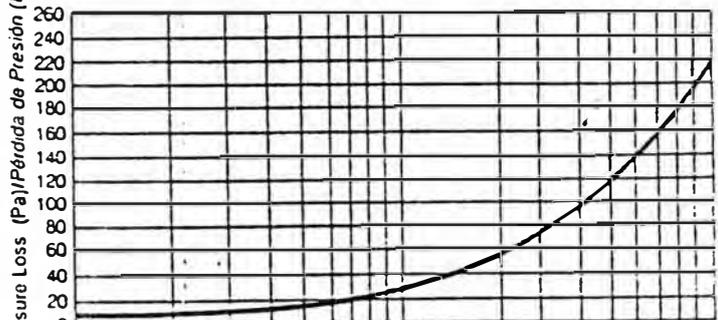
Weight: 1,2 Kg
Peso: 1,2 Kg

G6

Error curve/Curva de errores



Pressure Loss Curve/Curva de Pérdida de Presión



Flowrate Q in m³/h (Air)	0,55	1,1	2,2	4,4	6,6	8,8	11
Caudal Q en m³/h (Aire)							
Flowrate Q in m³/h (Nat. Gas)	0,68	1,37	2,7	5,5	8,2	10,9	13,7
Caudal Q en m³/h (Gas nat.)							
Flowrate Q in m³/h (LPG)	0,44	0,88	1,7	3,5	5,3	7,04	8,8
Caudal Q en m³/h (GLP)							

Natural Gas: (specific weight in relation to air 0,64)
LPG: (specific weight in relation to air 1,52)

Gas Natural: (peso específico con relación al aire 0,64)
GLP: (peso específico en relación al aire 1,52)

Max. Reading: 9999,999 m³
Lectura Max: 9999,999 m³

Min. Reading: 0,2 dm³
Lectura Min: 0,2 dm³

Connections: 1/4" x 11 GI (1pp) (BSP)
119/32" x 12 GI (1pp) 60°

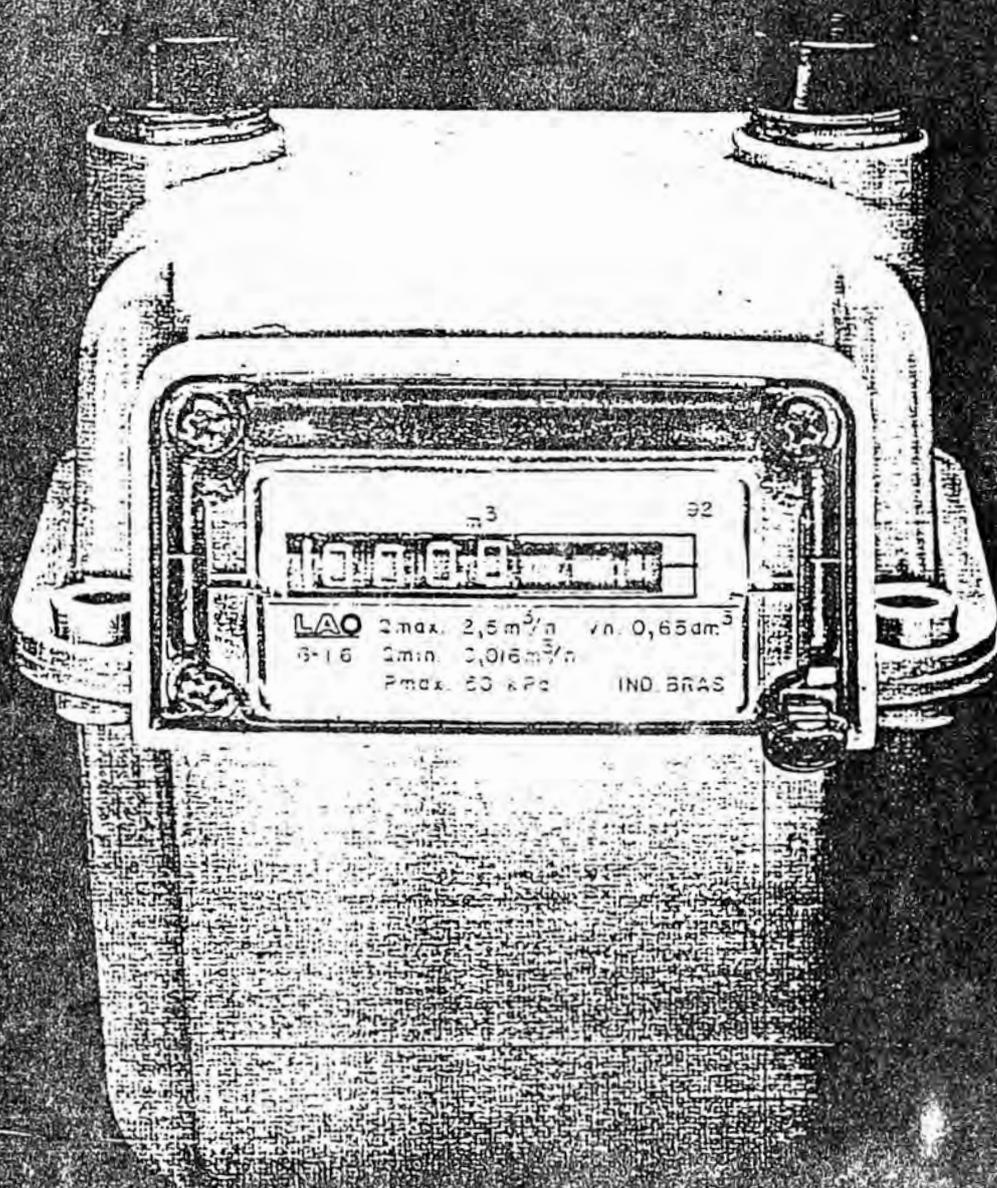
Conexiones: 1/4" x 11 hpp (BSP)
119/32" x 12 hpp 60°

Weight: 3,8 Kg
Peso: 3,8 Kg

Gas Meter G 1.6
*Medidores de
gas G 1.6*

LAO
INDÚSTRIA

EXPORT DIVISION / DIVISIÓN EXPORTACIÓN



GAS METER G-1.6

MEDIDOR DE GAS G-1.6

The LAO G-1.6 gas meter is the result of decades of experience in the production of measuring instruments. Like all LAO products, the G-1.6 was designed to meet the highest national and international standards. This volumetric diaphragm meter measures residential consumption of natural, LPG and manufactured gas. These characteristics guarantee minimum maintenance service and assure operational conditions through many years. Because of its compact size, the G-1.6 has facilitated its handling and installment.

The G-1.6 gas meter was designed to adapt to the gas flow existing, left to right or vice-versa. It is provided with a system of irreversibility, avoiding the passage of gas against the existing flow.

Technical characteristics

The operational principle consists of a channel system communicating between the four chambers, that when filled by the movements of the diaphragms coordinate the charge and discharge of the system.

A distribution plate turns a rotating valve that moves the integration system.

Construction characteristics

• The casting, made of aluminium in a pressurized casting process, ensures high impact resistance and is coated with an enamel paint finish epoxy resin.

- Its internal parts are made in engineering thermoplast give technology and guarantee dimensional stability, hydrocarbonate resistance and reduced friction between
- The state of the art synthetic diaphragms, assure:
 - High sensitivity at low flows
 - Chemical and dimensional stability, which reduces behavior changes during use
 - Resistant against the humidity and the solvent contained in the gas.

Totalizer

The totalizer is of the cyclometric type, manufactured in engineering thermoplastic, protected by a perfectly transparent, impact resistant polycarbonate lid. The totalizer is provided with optical reading marks.

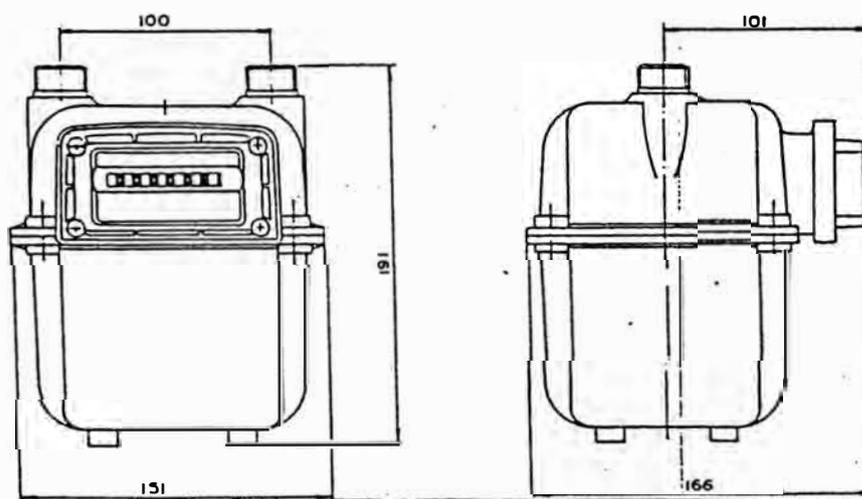
Special Projects

LAO's engineering division is fully equipped to carry out request special projects, with different options as for:

- Lettering on the dial
- Color of the meter
- Connections
- Meters for bio-gas and others

NOTE: In order not to block the evolution of meter technology LAO reserves itself the right to effect modifications in its projects.

G 1.6



Technical Data/Datos Técnicos - G-1.6

Type of Gas m ³ /h	Max. Flowrate m ³ /h*	Min. Flowrate m ³ /h	Start Flowrate of Operation m ³ /h	Max. Operating Pressure kPa	Cyclic Capacity dm ³
Tipo de Gas m ³ /h	Caudal Máx. m ³ /h*	Caudal Min. m ³ /h	Caudal de Inicio de Funcionamiento m ³ /h	Presión Máx. de Trabajo kPa	Capacidad Cíclica dm ³
Air / Aire	2,5	0,016	0,001	50	0,65
Natural Gas / Gas Natural	3,2	0,016	0,001	50	0,65
LPG / GLP	2	0,016	0,001	50	0,65

* For a pressure loss of 200 Pa.
* Para una pérdida de presión de 200 Pa.

El medidor de gas LAO G-1.6 es el resultado de décadas de experiencia en la fabricación de aparatos de medición. No todos los productos LAO, el medidor G-1.6 fué proyectado teniendo los más modernos padrones de fabricación, atendiendo a las exigencias establecidas en las normas nacionales e internacionales.

Este medidor volumétrico de diafragma, es ideal para medir consumos residenciales de gas natural, GLP ó gas manufacturado. Los procesos de fabricación garantizan una alta confiabilidad de operación durante largos años, sin necesidad de mantenimiento. Una de las grandes ventajas que ofrece este modelo, es la de poder ser instalado según la entrada del flujo de gas, de izquierda a derecha o viceversa, de acuerdo a la solicitud del cliente.

Este medidor LAO G-1.6 de un dispositivo que evita el escape de gas en sentido contrario al de su instalación.

Principio de funcionamiento

Las cuatro cámaras que trabajan alternadas, son actuadas por dos diafragmas que empujan el fluido a través de una placa de distribución, que a su vez mueve la válvula rotativa central. Este movimiento rotatorio es convertido por medio de un mecanismo de engranajes en la lectura de consumo del medidor.

Características constructivas

La caja externa es formada por dos cuerpos de aluminio, fundidos bajo presión, lo que proporciona al medidor una perfecta estanqueidad, una alta resistencia al impacto y gran protección a los agentes atmosféricos. El acabado de esta caja es por medio de una pintura a base de epoxi.

Sus componentes internos son fabricados con plásticos de

ingeniería de última generación, lo que garantiza una gran estabilidad dimensional, óptima resistencia a los hidrocarburos, bajo desgaste mecánico y alto deslizamiento entre las piezas en contacto.

- Sus diafrámas sintéticos son fabricados con la más alta tecnología del momento, lo que garantiza:
- una gran sensibilidad en los bajos caudales
- estabilidad química y dimensional, lo que elimina variaciones de funcionamiento a largo plazo.
- alta resistencia a la humedad y solventes, presentes en los gases,

Totalizador

Todos sus componentes internos son fabricados con plásticos de ingeniería y protegidos con un visor de policarbonato transparente que garantiza una alta resistencia al impacto y a los rayos ultravioleta. Este provisto de una marca metálica que permite efectuar su lectura por medio de un sistema óptico.

Especificaciones especiales

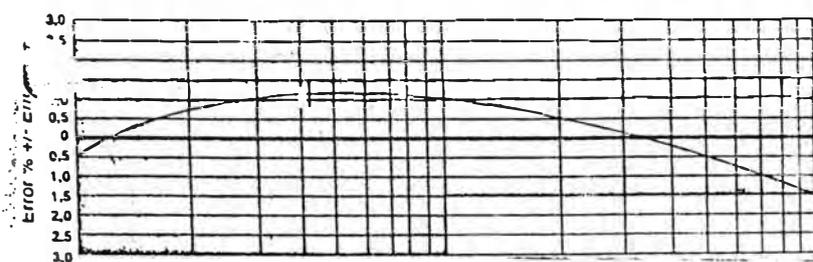
El LAO, bajo consulta, puede realizar tipos de medidores que requieran especificaciones diferentes de las detalladas en este catálogo como:

- Indicaciones del mostrador
- Color de los medidores
- Conexiones con roscas diferenciadas
- Medidores para otro tipo de gases (Bio-Gas, nitrógeno, etc.)

Nota: Con el intuito de no obstruir la evolución tecnológica de nuestros medidores, el LAO se reserva el derecho de realizar modificaciones en todos sus proyectos.

1.6

Error curve/Curva de errores



Relation with Q max. Relacion con Q max.	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Flowrate Q in m ³ /h (Air) Caudal Q en m ³ /h (Aire)	0,12	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Flowrate Q in m ³ /h (Nat. Gas) Caudal Q en m ³ /h (Gas nat.)	0,16	0,32	0,64	1,28	1,92	2,56	3,2
Flowrate Q in m ³ /h (LPG) Caudal Q en m ³ /h (GLP)	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0

Natural Gas: (specific weight in relation to air 0,64)
LPG: (specific weight in relation to air 1,52)

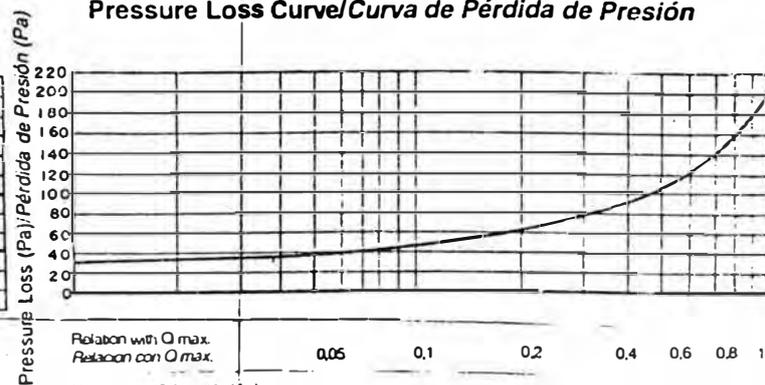
Gas Natural: (peso específico con relación al aire 0,64)
GLP: (peso específico en relación al aire 1,52)

Max. Reading: 9999,999 m³
Lectura Máx: 9999,999 m³

Min. Reading: 0,2 dm³
Lectura Min: 0,2 dm³

Connections: M27 x 1,5 - M 26 x 1,5 - G 3/4" B
Conexiones: M27 x 1,5 - M 26 x 1,5 - G 3/4" B

Pressure Loss Curve/Curva de Pérdida de Presión



Relation with Q max. Relacion con Q max.	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Flowrate Q in m ³ /h (Air) Caudal Q en m ³ /h (Aire)	0,12	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Flowrate Q in m ³ /h (Nat. Gas) Caudal Q en m ³ /h (Gas nat.)	0,16	0,32	0,64	1,28	1,92	2,56	3,2
Flowrate Q in m ³ /h (LPG) Caudal Q en m ³ /h (GLP)	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0

Natural Gas: (specific weight in relation to air 0,64)
LPG: (specific weight in relation to air 1,52)

Gas Natural: (peso específico con relación al aire 0,64)
GLP: (peso específico en relación al aire 1,52)