

**MEMORIA DE CÁLCULO**

**CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES**

**INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL PARA**

**CONSUMOS MENORES A 300 m<sup>3</sup>/mes**

**SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL**

**POR RED DE DUCTOS**

**CONCESIÓN NORTE**

**GASES DEL PACIFICO S.A.C**

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

## CONTENIDO

<b>I. OBJETIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>II. ALCANCE.....</b>	<b>4</b>
<b>III. NORMATIVA .....</b>	<b>4</b>
<b>IV. CALCULOS DE INSTALACIONES INTERNAS TIPICAS.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Configuración de Instalación Interna Típica I .....</b>	<b>5</b>
1.1 Datos de Diseño .....	5
1.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión .....	6
1.3. Cálculo de Caída de Presión .....	11
1.4. Cálculo de Caída de Presión a la entrada del Gasodoméstico.....	11
1.5. Cálculo de la Velocidad de circulación del gas.....	11
<b>2. Configuración de Instalación Interna Típica II .....</b>	<b>12</b>
2.1. Datos de Diseño.....	12
2.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión .....	13
2.3 Calculo de Caída de Presión .....	17
2.4 Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico. ....	17
2.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.....	18
<b>3. Configuración de Instalación Interna Típica III.....</b>	<b>19</b>
3.1 Datos de Diseño.....	19
3.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión .....	20
3.3. Cálculo de Caída de Presión .....	24
3.4. Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.....	24
3.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.....	25
<b>4. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA IV .....</b>	<b>26</b>
4.1.- Datos de Diseño .....	26
4.2 Sustento para el Cálculo de caída de Presión.....	27
4.3. Cálculo de caída de presión .....	30
4.4 Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico. ....	30
4.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.....	30
<b>5. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA V .....</b>	<b>31</b>
5.1.- Datos de Diseño .....	31
5.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión.....	32
5.3. Cálculo de caída de Presión.....	36
5.4. Cálculo de presión a la entrada del Gasodoméstico. ....	36
5.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.....	37
<b>6. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA VI .....</b>	<b>38</b>
6.1.- Datos de Diseño .....	38
6.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión.....	39

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

6.3	Calculo de Caída de Presión .....	43
6.4	Calculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.....	43
6.5	Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.....	44
7.	CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA VII .....	45
7.1.-	Datos de Diseño .....	45
7.2.	Sustento para el Cálculo de caída de Presión.....	46
7.3.	Cálculo de caída de Presión.....	50
7.4.	Cálculo de presión a la entrada del Gasodoméstico.....	50
7.5	Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.....	51
8.	CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA VIII (FISE).....	52
8.1.-	Materiales para la instalación interna .....	52
8.2.-	Datos de Diseño .....	53
8.3	Sustento para el Cálculo de caída de Presión.....	53
8.4.	Cálculo de caída de presión .....	59
8.5	Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.....	59
8.6	Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.....	60
8.7	Plantilla de Calculo.....	60
9.	CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA IX (FISE).....	61
9.1.-	Materiales para la instalación interna .....	61
9.2	Datos de Diseño.....	62
9.3	Sustento para el Cálculo de caída de Presión.....	62
9.4.	Cálculo de Caída de Presión .....	69
9.5.	Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.....	69
9.6	Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.....	70
9.7	Plantilla de Calculo.....	70
10.	CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA X (FISE).....	71
10.1.-	Materiales para la instalación interna .....	71
10.2	Datos de Diseño.....	72
10.3	Sustento para el Cálculo de caída de Presión.....	73
10.4.	Cálculo de Caída de Presión .....	80
10.5.	Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.....	81
10.6	Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.....	82
10.7	Plantilla de Calculo.....	83
11.	PLANILLA RESUMEN DE CÁLCULOS REALIZADOS .....	83
IV	CONCLUSIÓN .....	84

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## I. OBJETIVO

La presente memoria de cálculo tiene como Objetivo el sustento técnico de configuraciones de Instalación Interna típicas de Gas Natural para la utilización de:

- La longitud equivalente por pérdida de carga en accesorios, que será igual al 20% de la Longitud Real de cada tramo de las configuraciones de instalación internas típicas.
- Determinar las distancias máximas a utilizar en cada tramo de las configuraciones de instalación internas típicas.
- La caída de presión en el medidor.

## II. ALCANCE

Aplica para el diseño de las configuraciones de las Instalaciones Internas Típicas de Gas Natural, para consumidores regulados con consumo menores o iguales a 300 m<sup>3</sup>/mes.

## III. NORMATIVA

El diseño y cálculo de las configuraciones de Instalación Interna típicas de Gas Natural están sujetas a las siguientes Normativa y disposiciones regulatorias como:

- Resolución de Consejo Directivo Osinergmin N° 099-2016-OS/CD "Procedimiento para la Habilitación de Suministros en Instalaciones Internas de Gas Natural.
- NTP 111.011:2014 GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.
- NTP 111.011:2014/ENM1:2017 GAS NATURAL SECO Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

#### IV. CALCULOS DE INSTALACIONES INTERNAS TIPICAS

##### 1. Configuración de Instalación Interna Típica I

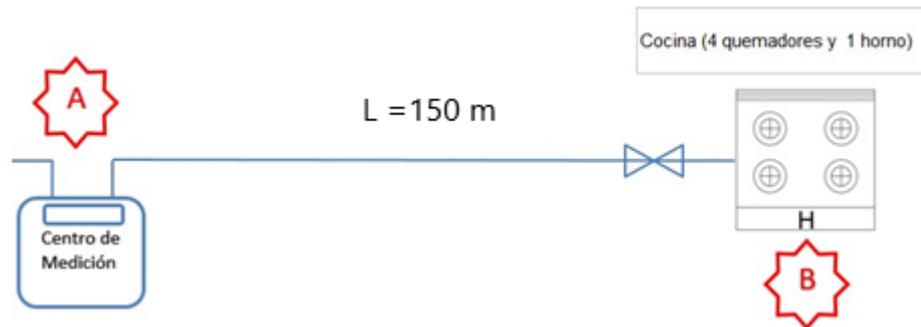


Gráfico 01

##### 1.1 Datos de Diseño

Material y Tipo de Tubería	PEALPE 1418		
Gasodomésticos	C		TOTAL
	Cocina (4 quemadores y 1 horno)	N/A	
Potencia (kw)	11	0	11.00 kw
Caudal (m3/hora)	0.9 96	0	0.996 m3/hora
PARAMETROS DE DISEÑO			
PARAMETROS	CANTIDAD		UNIDADES
Presión de Distribución	5.5		barg
Presión Mínima en la Red de Distribución	2		barg
Presión máxima admisible de operación (MAPO) en la Instalación	25		mbarg
Regulador R4 UPSO Pres. Regulada	25		mbarg
Caída de Presión en el Medidor G1.6 ( $\Delta P$ )	0.3		mbarg
Presión de Salida del Medidor	24.7		mbarg
Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)	17 - 25		mbarg
Poder Calorífico Superior (*)	9500		Kcal/m3
Velocidad Máxima en la Red Interna	40		m/s
Densidad relativa del Gas Natural Seco	0.61		
Factor de Seguridad	1		
Factor de Simultaneidad	1		
Factor de Longitud Equivalente	20%		
Diámetro Interior	14		mm
Medidor G 1.6 Q max. de medición	2.5		m3/hora

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 1.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión

Formula de Renouard para el cálculo de la caída de presión por tramos - NTP 111.011.2014.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Esta ecuación se aplica a instalaciones con presión de operación de 25 mbar.

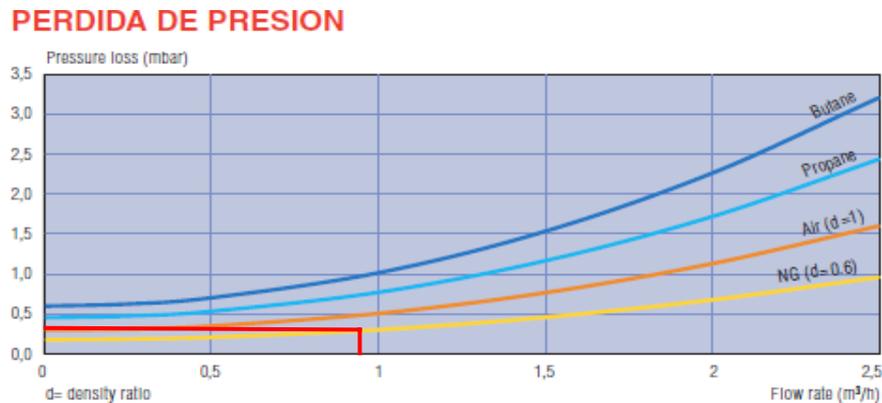
**Donde:**

$\Delta P$	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
$L_e$ (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
D	Diámetro (mm)

#### A.-Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

El medidor típico para utilizar en las instalaciones internas es el medidor G1.6, que tiene un caudal máximo de 2.5 m<sup>3</sup>/h y la caída máxima de presión para Gas Natural es de 1 mbar.

La curva de caída de presión del medidor G1.6, está indicada en el Grafico 02, se considera tomar como dato referencial para calcular la perdida de presión en el medidor de acuerdo con el caudal del diseño.



Del Grafico 02 tenemos el valor estimado de pérdida de presión en el medidor:

Caudal = 0.996 m<sup>3</sup>/h

Caída de Presión  $\Delta P$  = 0.3 mbar

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## **B.- Sustento Longitud equivalente Le**

**(\*)  $Le = Lr \times 1.20$**

(Lr) es la longitud real de un tramo de tubería en metros instalada entre los dos puntos de una instalación.

Al circular un gas por una instalación interna de gas se produce una disminución de su presión, que es debida en primer lugar por el roce del gas con las paredes de la tubería y en segundo lugar por el roce en los diversos accesorios de esta, como son codos, tees, válvulas, etc.

Para compensar este segundo efecto de pérdida de carga y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación a la longitud real (Lr) incrementada en un 20% y esta se denomina longitud equivalente (Le).

Tenemos que para una longitud real máxima ( $Lr_{max}$ ) con la instalación de una Cocina con 4quemadores y 1 horno) y las condiciones siguientes:

Q consumo max= 0.996 m<sup>3</sup>/h

P salida del medidor= 24.7 mbar.

$Lr_{max} = 96$  metros

Se asume la Instalación de 4 codos de 90° en PEALPE 1418 con  $\varnothing_{int} = 14$  mm y una válvula para el punto del gasodoméstico con tubería PEALPE 1418 con un caudal de consumo = 0.996 m<sup>3</sup>/hora

NOTA: El procedimiento común en la construcción de una instalación interna es evitar el uso de accesorio grafados (codos) para los cambios de dirección, optándose por hacer curvas con la tubería PEALPE que es flexible y permite esta práctica, respetando el radio de giro mínimo exigido por el diámetro de la tubería e instalando un accesorio (codo) y una válvula como máximo, pero para el efecto de esta memoria de cálculo se asume la instalación de codos adicionales como margen para este o cualquier otro accesorio.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### C.-Sustento de pérdida de presión en accesorios

Tomamos las longitudes equivalentes por accesorios típicos que indica la NTP 111.010

**TABLA 10 - Resistencia de codos, accesorios, y válvulas para gas natural expresada en longitud equivalente de tubería recta en metros\***

k factor =	Threaded fittings†							Valves (threaded, flanged, or welded)		90° welding elbows and smooth bends‡	Welding tees	
	Elbows		Tee	Plug	Globe	Angle	Swing check	R/d§ = 1-1/2	Forged	Mitre**		
	45°	90°										
<b>n = L/D ratio†† =</b>	14	30	60	30	333	167	83	12	45	60		
Nominal pipe size in (Schedule 40)	Inside diameter (d) mm											
3/8	12.52	0.18	0.37	0.75	0.37	4.18	2.09	1.04	0.15	0.56	0.75	
1/2	15.80	0.22	0.47	0.94	0.47	5.27	2.64	1.29	0.19	0.17	0.94	
3/4	20.93	0.29	0.63	1.26	0.63	6.98	3.47	1.74	0.25	0.94	1.26	
1	26.64	0.37	0.80	1.60	0.80	8.87	4.45	2.22	0.32	1.20	1.60	
1-1/4	35.05	0.49	1.05	2.10	1.05	11.67	5.82	2.92	0.42	1.58	2.10	
1-1/2	40.89	0.49	1.23	2.45	1.23	13.62	6.83	3.41	0.49	1.84	2.45	
2	52.50	0.73	1.58	3.14	1.58	17.50	8.75	4.39	0.63	2.36	3.14	
2-1/2	62.71	0.88	1.88	3.75	1.88	20.88	10.45	5.21	0.75	2.82	3.75	
3	77.93	1.09	2.34	4.66	2.34	25.97	12.98	6.49	0.94	3.51	4.66	
4	102.3	1.23	3.08	6.16	3.08	34.14	17.07	8.53	1.23	4.60	6.16	
5	128.2	1.79	3.84	7.68	3.84	42.67	21.33	10.67	1.54	5.76	7.68	

Gráfico 03

De la tabla tomamos la relación siguiente:

$$n = Le/D$$

$$n = \frac{\text{Longitud equivalente (m)}}{\text{Diametro de accesorio (mm)}} \dots \text{Relación}$$

Esta relación la podemos encontrar en el libro de Robert L. Mott "MECANICA DE FLUIDOS" en el gráfico 04

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 3.3 Longitud total del tramo de tubería (L)

La longitud total del tramo de tubería está constituida por la longitud real del tramo, más la longitud equivalente ( $L_e$ ) de los accesorios instalados en dicho tramo. La longitud equivalente (m) de los accesorios se calculó con la Ecuación 5.

$$L_e = \frac{\left( \frac{\text{Rel. Longitud}}{\text{diámetro del tramo}} * \varnothing \text{ interior en mm} \right)}{1000} \quad (5)$$

La longitud total (L) se compone de la longitud de los tramos rectos más la longitud equivalente de accesorios. La  $L_e$  se determina a partir de la relación longitud/diámetro para cada accesorio y se presenta en la Tabla 3 (Mott, 1996).

Tabla 3. Relación longitud / diámetro para Accesorios de la Tubería

Accesorio	Relación Longitud/Diámetro
Codo A 90°	30
Codo A 45°	14
TEE A 90°	60
TEE A 90°	20

Gráfico 04

### Longitud equivalente para accesorios

De la formula del grafico 04 hallamos el cálculo de longitud equivalente para 04 Codos 90° PEALPE 1418:

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 4$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 4$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 1.68 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8 del Libro de Clarke L. Davidson R. (1962).

**Tabla 8 - Valores de L/D de válvulas y accesorios.**  
Fuente: CLARKE L., DAVIDSON R. (1962). Manual for Process Engineering Calculations. Mc Graw Hill.

TIPOS DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS		
<b>Válvulas</b> (datos con apertura 100%, excepto si se indica):		
• De globo:		
Convencional	asiento plano, cónico o cilíndrico / disco guiado	340/450
Forma Y tija 60°	asiento plano / disco guiado	175/145
En ángulo	asiento plano / disco guiado	145/200
• De compuerta:		
De paso total		3
Fluidos normales	apertura 100% / 75% / 50% / 25%	13/35/160/900
Fluidos pulposos	apertura 100% / 75% / 50% / 25%	17/50/260/1200
• De retención:		
De clapeta	convencional / paso total	135/50
De bola		150
• De pie con filtro:		
Con disco guiado		420
Con visagra de cuero		75
• De mariposa:		
De más de 150 mm líquidos / gases		40 /24
En ductos	ángulo 5°/30°/45°/60°	9/160/800/4800
• Espitas:		
De paso directo	paso igual al diámetro de tubo	18
De tres vías	flujo: directo / por derivación	44/140
	Pase igual al 80% del tubo	
• De Bola:	Apertura 100%	3
<b>Accesorios</b>		
• Piezas de montaje (tubo liso):		
Curvas 45°	r/d= 1/2/4/6	6/4/3/3
Curvas 90°		9/6/5/4
• Codos:		
De 90°	estándar / radio largo / radio corto	30/20/50
De 45°	estándar / radio corto	16/26
En escuadra		57
• Curva 180°:	tipo cerrado	50
• T estándar:	flujo: directo / por derivación	20/60
• Ensanchamientos: (*)	brusco ¼ estándar ½ / estándar ¾	28/8
	brusco ¼ brusco ½ / brusco ¾	35/24/8
• Reducciones: (*)	estándar ¾ / estándar ½	7/2
	brusco ½ / brusco ¾	18/14/7
• Liras de dilatación:	tubo liso	50
	tubo corrugado	100

(\*) Los valores de L/D se refieren al diámetro menor

Gráfico 05

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula, tipo bola PEALPE 1418:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ válvula}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 1.68 \text{ m} + 0.042 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 1.722 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

El 20% de la longitud real de 150 metros es:

$$20\% L \text{ real} = 150 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 30 \text{ m}$$

Conclusión:

$$20\% L \text{ real} = 30 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 1.722 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia

### 1.3. Cálculo de Caída de Presión

Cálculo de caída de presión  $\Delta P$  en el punto B (Cocina 04 quemadores y 01 horno)

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (150+30) \times (0.996)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 7.41 \text{ mbar}$$

### 1.4. Cálculo de Caída de Presión a la entrada del Gasodoméstico

Presión en el Punto B

$$\text{Presión (B)} = \text{Presión (A)} - \text{Presión (B)}$$

$$\text{Presión (B)} = 24.7 - 7.41$$

$$\text{Presión (B)} = 17.29 \text{ mbar} \dots\dots\dots \text{Aprobado}$$

### 1.5. Cálculo de la Velocidad de circulación del gas

Según la NTP 111.010.

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

#### 1.5.1. Cálculo de la velocidad en el punto B

$$V(B) = 1.857 \text{ m/s}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

## 2. Configuración de Instalación Interna Típica II

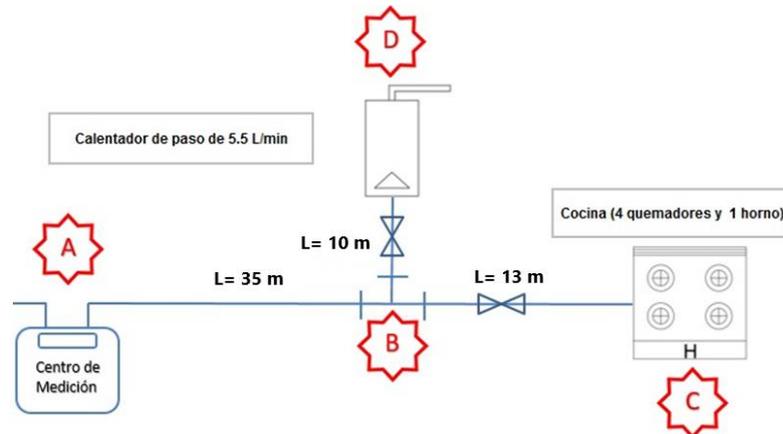


Gráfico 06

### 2.1. Datos de Diseño

Material y Tipo de Tubería	PEALPE 1418		
	C	D	TOTAL
Gasodomésticos	Cocina (4 quemadores y 1 horno)	Calentador de paso de 5.5 L/min	
Potencia (kw.)	11 kw.	12 kw.	23,00 kw.
Caudal (m3/hora)	0,996 m3/hora	1,086 m3/hora	2,082 m3/hora
<b>PARAMETROS DE DISEÑO</b>			
<b>PARAMETROS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>	
Presión de Distribución	5,5	barg	
Presión Mínima en la Red de Distribución	2	barg	
Presión máxima admisible de operación (MAPO) en la Instalación	25	mbarg	
Regulador R4 UPSO Pres. Regulada	25	mbarg	
Caída de Presión en el Medidor G 1.6 ( $\Delta P$ )	0,7	mbarg	
Presión de Salida del Medidor	24.3	mbarg	
Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)	17 - 25	mbarg	
Poder Calorífico Superior (*)	9500	Kcal/m3	
Velocidad Máxima en la Red Interna	40	m/s	
Densidad de Gas Natural Seco	0,61		
Factor de Seguridad	1		
Factor de Simultaneidad	1		
Factor de Longitud Equivalente	20%		
Diámetro Interior	14	mm	
Medidor G 1.6 Q máx. de medición	2.5	m3/hora	

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## 2.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión

Cálculo de la caída de presión por tramos - NTP 111.011.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} \text{ Ec. Renouard}$$

Esta ecuación se aplica a instalaciones con presión de operación de 25 mbar.

**Donde:**

$\Delta P$	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
$L_e$ (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
D	Diámetro (mm)

### A. Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

El medidor típico para utilizar en las instalaciones internas es el medidor G1.6, que tiene un caudal máximo de 2.5 m<sup>3</sup>/h y la caída máxima de presión para Gas Natural es de 1 mbar.

La curva de caída de presión del medidor G1.6, está indicada en el Grafico 07, se considera tomar como dato referencial.

#### PERDIDA DE PRESION

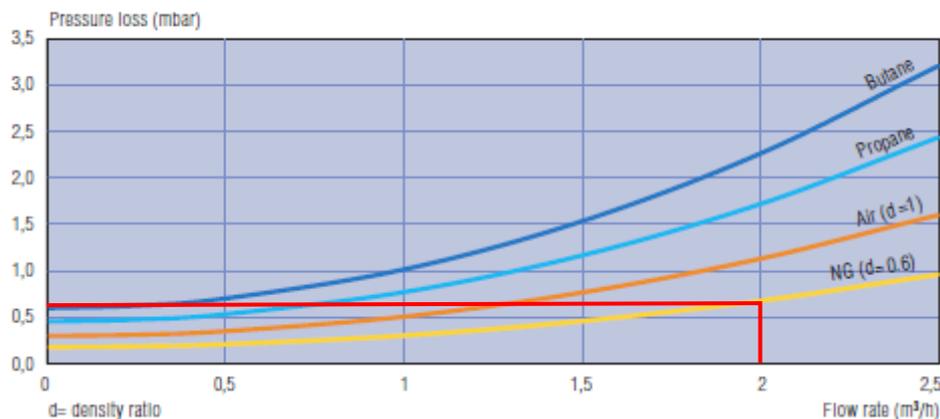


Gráfico 07

Del Grafico 07 tenemos el valor estimado de pérdida de presión en el medidor:

Caudal = 2.082 m<sup>3</sup>/h

$\Delta P = 0.7$  mbar.

### B. Sustento Longitud equivalente ( $L_e$ )

Tenemos que para una longitud real máxima ( $L_r$  máx.) de tubería instalada para la instalación de una Cocina con 4 quemadores y 1 horno más 01 Calentador de paso de 5.5 L/min para las condiciones siguientes:

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Q consumo máx. = 2.082 m<sup>3</sup>/hora

P salida del medidor = 24.3 mbar

Se asume los siguientes accesorios para esta Instalación (Cocina 4 quemadores y 1 horno más 01 Calentador de paso de 5.5 L/min).

**Tramo A-B**

- 02 codos de 90°, en PEALPE 1418 con Ø int = 14 mm.

- 01 Tee 90.

**Tramo B-C**

- 02 codos 90°

- 01 válvula

**Tramo B-D**

- 02 codos 90°

- 01 válvula

**Cálculo de longitud equivalente para los tres tramos de la instalación:**

**Tramo 01 (A-B) Centro de medición hasta la Tee (35 metros)**

Accesorios:

- 02 Codos 90°, PEALPE 1418

- 01 tee de 90°, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 02 Codos 90°:

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 2$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 2$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.84 \text{ metros}$$

Cálculo de longitud equivalente para 01 Tee:

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{60 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ equivalente tee} = 0.84 \text{ metros}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ tee}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.84 \text{ m} + 0.84 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 1.68 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

El 20% de la longitud real:

$$20\% L \text{ real} = 35 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 7 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 7 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 1.68 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 02 (B -C) desde la Tee hasta la Cocina 04 quemadores con 01 horno (13 metros):**

Accesorios:

- 02 Codos 90°, PEALPE 1418

- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 02 Codos 90°:

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 2$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 2$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = 0.84 \text{ m}$$

Y para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8, del Libro de Clarke L. Davidson R. 1962. (Grafico 05)

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ válvula}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.84 \text{ m} + 0.042 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.882 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real de 13 metros es:

$$20\% L \text{ real} = 13 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 2.6 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 2.6 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.882 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

**Tramo 03 (B -D) desde la Tee hasta el calentador de paso de 5.5 L/min (10 metros):**

Accesorios:

- 02 Codos 90°, PEALPE 1418
- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 02 Codos 90°:

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 2$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 2$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = 0.84 \text{ m}$$

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ válvula}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.84 \text{ m} + 0.042 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.882 \text{ m}$$

El 20% de la Longitud real de tramo B-D de 10 metros es:

$$20\% \text{ L real} = 10 \times 0.20$$

$$20\% \text{ L real} = 2 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% \text{ L real} = 2 \text{ m} > L \text{ equivalente x accesorios} = 0.882 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## 2.3 Calculo de Caída de Presión

### 2.3.1 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto B, con longitud de 35 m. (tramo A-B)

20% L real = 7.2 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (35+7.2) \times (2.082)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 6.62 \text{ mbar}$$

### 2.3.2 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto C, con longitud de 13 m. (tramo B- C)

20% L real = 2.6 m

Se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 22,759 \times 0.61 \times (13+2.6) \times (0.996)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 0.64 \text{ mbar}$$

### 2.3.3 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto D, con longitud de 10 m. (tramo B-D)

20% L real = 2 m

Se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 22,759 \times 0.61 \times (10+2) \times (1.086)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 0.58 \text{ mbar}$$

## 2.4 Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.

### 2.4.1 Cálculo de presión en el punto C (Cocina 6 quemadores y horno)

$$\text{Presión (C)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(C) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión (C)} = 24.3 - [6.62 + 0.64]$$

$$\text{Presión (C)} = 17.04 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

### 2.4.2 Cálculo de presión en el punto D (Calentador de paso de 5 L/min)

$$\text{Presión (D)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(D) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión(D)} = 24.3 - [6.62 + 0.58]$$

$$\text{Presión (D)} = 17.10 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

## 2.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

### 2.5.1 Cálculo de velocidad en el punto B tramo A-B con la tubería PEALPE 1418

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 2.082}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 3.7395 \text{ m/s}$$

### 2.5.1 Cálculo de velocidad en el punto C (Cocina 4 quemadores y horno) tramo B-C con la tubería PEALPE 1418

$$V_{(C)} = \frac{365.5 \times 0.996}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(C) = 1.3697 \text{ m/s}$$

### 2.5.2 Cálculo de velocidad en el punto D (Calentador de paso de 5 L/min) tramo B-D con la tubería PEALPE 1418

$$V_{(D)} = \frac{365.5 \times 1.086}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(D) = 1.9506 \text{ m/s}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

### 3. Configuración de Instalación Interna Típica III

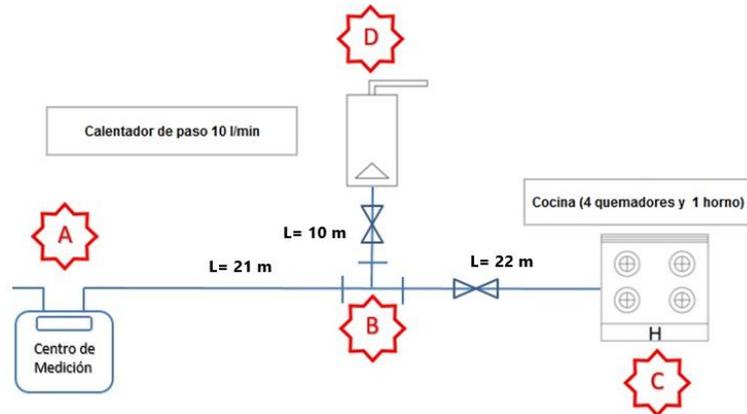


Gráfico 08

#### 3.1 Datos de Diseño

DATOS TÉCNICOS			
Material y Tipo de Tubería	PEALPE 1418		
Gasodomésticos	C	D	TOTAL
	Cocina (4 quemadores y 1 horno)	Calentador de paso 10 l/min	
Potencia (kw.)	11 kw.	18 kw.	29,00 kw.
Caudal (m3/hora)	0,996 m3/hora	1,629 m3/hora	2,625 m3/hora
PARAMETROS DE DISEÑO			
PARAMETROS	CANTIDAD	UNIDADES	
Presión de Distribución	5,5	barg	
Presión Mínima en la Red de Distribución	2	barg	
Presión máxima admisible de operación (MAPO) en la Instalación	25	mbarg	
Regulador R4 UPSO Pres. Regulada	25	mbarg	
caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )	0.5	mbarg	
Presión de Salida del Medidor	24.5	mbarg	
Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)	17 - 25	mbarg	
Poder Calorífico Superior (*)	9500	Kcal/m3	
Velocidad Máxima en la Red Interna	40	m/s	
Densidad de Gas Natural Seco	0,61		
Factor de Seguridad	1		
Factor de Simultaneidad	1		
Factor de Longitud Equivalente	20%		
Diámetro Interior	14	mm	
Medidor G 4 Q max. de medición	6	m3/hora	

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 3.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión

Cálculo de la caída de presión por tramos - NTP 111.011.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} \text{ Ec. Renouard}$$

Esta ecuación se aplica a instalaciones con presión de operación de 25 mbar.

**Donde:**

$\Delta P$	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
$L_e$ (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
D	Diámetro (mm)

#### A. Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

Debido a que se tiene un caudal mayor al máximo valor de medida del medidor G1.6, que es 2.5 m<sup>3</sup>/h, se usará el medidor residencial G4, que tiene un caudal máximo de 6 m<sup>3</sup>/hora.

La curva de caída de presión del medidor está indicada en el gráfico 09, que se considera tomar como dato referencial.

### CURVA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

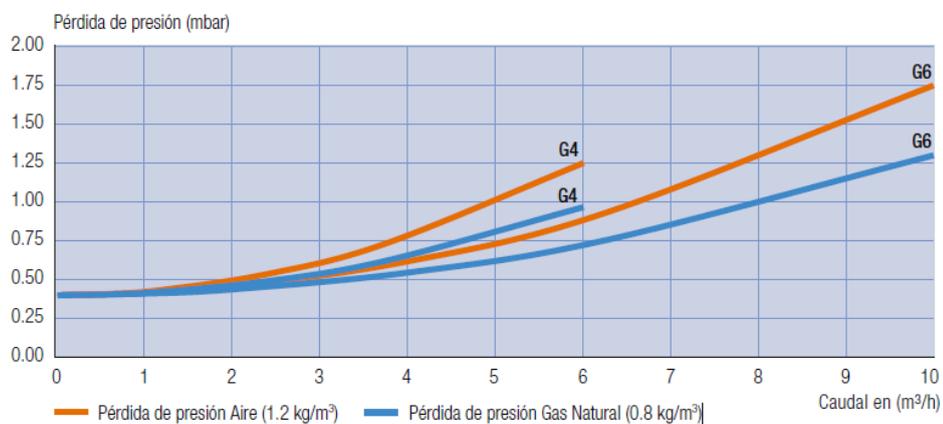


Gráfico 09

En el Gráfico 09, tenemos el valor estimado de pérdida de presión en el medidor:

Caudal = 2.625 m<sup>3</sup>/h

Caída de Presión  $\Delta P = 0.5$  mbar

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## B. Sustento Longitud equivalente Le

Tenemos que para una longitud real máxima (Lr máx.) de tubería instalada para la instalación de una Cocina con 4 quemadores con 1 horno, más 01 Calentador de paso de 10 L/min para las condiciones siguientes:

Q consumo máx. = 2.625 m<sup>3</sup>/hora

P salida del medidor = 24.5 mbar

Se asume los siguientes accesorios para esta Instalación:

### Tramo A-B

- 01 codo de 90°, en PEALPE 1418 con Ø int = 14 mm.
- 01 Tee 90.

### Tramo B-C

- 01 codo 90°
- 01 válvula

### Tramo B-D

- 01 codo 90°
- 01 válvula

## Cálculo de longitud equivalente para los tres tramos de la instalación:

### Tramo 01 (A-B) Centro de medición hasta la Tee (21 metros)

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1418
- 01 tee de 90°, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.42 \text{ metros}$$

Cálculo de longitud equivalente para 01 Tee:

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{60 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ equivalente tee} = 0.84 \text{ metros}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

L equivalente x accesorios = LE codo 90°+LE tee  
L equivalente x accesorios = 0.42 m + 0.84 m  
L equivalente x accesorios = 1.26 m

El 20% de la longitud real de 21 metros es:

$$20\% \text{ L real} = 21 \times 0.20$$

$$20\% \text{ L real} = 4.2 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% \text{ L real} = 4.2 \text{ m} > \text{L equivalente x accesorios} = 1.26 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 02 (B -C) desde la Tee hasta la Cocina 04 quemadores con 01 horno (22 metros):**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1418

- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = 0.42 \text{ m}$$

Y para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8, del Libro de Clarke L. Davidson R. 1962. (grafico 05)

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

L equivalente x accesorios = LE codo 90°+LE válvula

L equivalente x accesorios = 0.42 m + 0.042 m

L equivalente x accesorios = 0.462 m

El 20% de la longitud real de 22 metros es:

$$20\% \text{ L real} = 22 \times 0.20$$

$$20\% \text{ L real} = 4.4 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 4.4 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.462 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 03 (B -D) desde la Tee hasta el calentador de paso de 10 L/min (10 metros):**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1418
- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = 0.42 \text{ m}$$

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ válvula}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.42 \text{ m} + 0.042 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.462 \text{ m}$$

El 20% de la Longitud real de tramo B-D de 10 metros es:

$$20\% L \text{ real} = 10 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 2 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 2 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.462 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 3.3. Cálculo de Caída de Presión

#### 3.3.1 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto B, con longitud de 21 m. (tramo A-B)

20% L real = 4.2 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (21+4.2) \times (2.625)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 6.06 \text{ mbar}$$

#### 3.3.2 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto C, con longitud de 22 m. (tramo B- C)

20% L real = 4.4 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 22,759 \times 0.61 \times (22+4.4) \times (0.996)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 1.09 \text{ mbar}$$

#### 3.3.3 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto D, con longitud de 10 m. (tramo B-D)

20% L real = 2 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 22,759 \times 0.61 \times (10+2) \times (1.629)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 1.21 \text{ mbar}$$

### 3.4. Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.

#### 3.4.1 Cálculo de presión en el punto C (Cocina 4 quemadores y horno)

$$\text{Presión (C)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(C) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión (C)} = 24.5 - [6.06 + 1.09]$$

$$\text{Presión (C)} = 17.35 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

#### 3.4.2 Cálculo de presión en el punto D (Calentador de paso de 10 L/min)

$$\text{Presión (D)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(D) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión(D)} = 24.5 - [6.06 + 1.21]$$

$$\text{Presión (D)} = 17.23 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

### 3.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

#### 3.5.1 Cálculo de velocidad en el punto B

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 2.625}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 4.7148 \text{ m/s}$$

#### 3.5.1 Cálculo de velocidad en el punto C (Cocina 4 quemadores y horno)

$$V_{(C)} = \frac{365.5 \times 0.996}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(C) = 1.7889 \text{ m/s}$$

#### 3.5.2 Cálculo de velocidad en el punto D (Calentador de paso de 10 L/min)

$$V_{(D)} = \frac{365.5 \times 1.629}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(D) = 2.9259 \text{ m/s}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

#### 4. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA IV

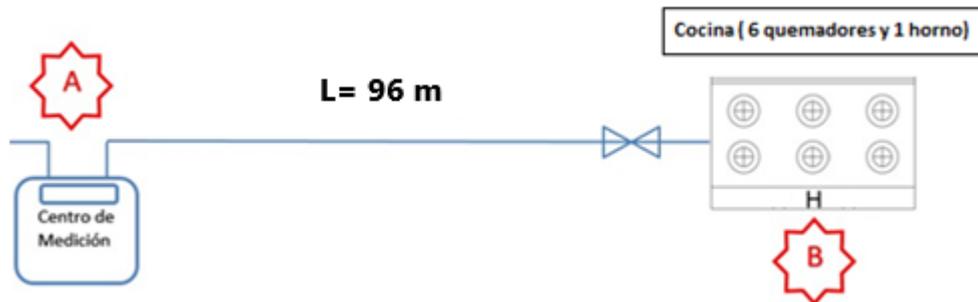


Gráfico 10

##### 4.1.- Datos de Diseño

Material y Tipo de Tubería	PEALPE 1418		
Gasodomésticos	B		TOTAL
	Cocina (6 quemadores y 1 Horno)	N/A	
Potencia (kw)	14	0	14.00 kw
Caudal (m <sup>3</sup> /hora)	1.267	0	1.267 m <sup>3</sup> /h
PARÁMETROS DE DISEÑO		CANTIDAD	UNIDADES
Presión de Distribución		5.5	barg
Presión Mínima en la Red de Distribución		2	barg
Presión máxima admisible de Operación (MAPO) en la Instalación		25	mbarg
Regulador R4 UPSO Pres. Regulada		25	mbarg
Caída de Presión en el Medidor G1.6 (ΔP)		0.3	mbarg
Presión de Salida del Medidor		24.7	mbarg
Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)		17 - 25	mbarg
Poder Calorífico Superior (*)		9500	Kcal/m <sup>3</sup>
Velocidad Máxima en la Red Interna		40	m/s
Densidad relativa del Gas Natural Seco		0.61	Kwh/Sm <sup>3</sup>
Factor de Seguridad		1	Und
Factor de Simultaneidad		1	Und
Factor de Longitud Equivalente		20%	%
Diámetro Interior		14	mm
Medidor G 1.6 Q max. de medición		2.5	m <sup>3</sup> /h

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

#### 4.2 Sustento para el Cálculo de caída de Presión

La fórmula aplicable para el diseño de la tubería y caída de presión por tramo es la fórmula Renouard a conforme lo establece la Normativa Técnica Peruana NTP 111.011.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times Le \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} \dots \text{Relación 01}$$

Esta ecuación se aplica a instalaciones con presión máxima de Operación de 25 mbar.

Donde:

$\Delta P$	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
Le (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
D	Diámetro (mm)

#### A. Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

El medidor típico para utilizar en las instalaciones internas es el medidor G1.6, que tiene un caudal máximo de 2.5 m<sup>3</sup>/h y la caída máxima de presión para Gas Natural es de 1 mbar.

La curva de caída de presión del medidor G1.6, está indicada en el Grafico 11, se considera tomar como dato referencial.

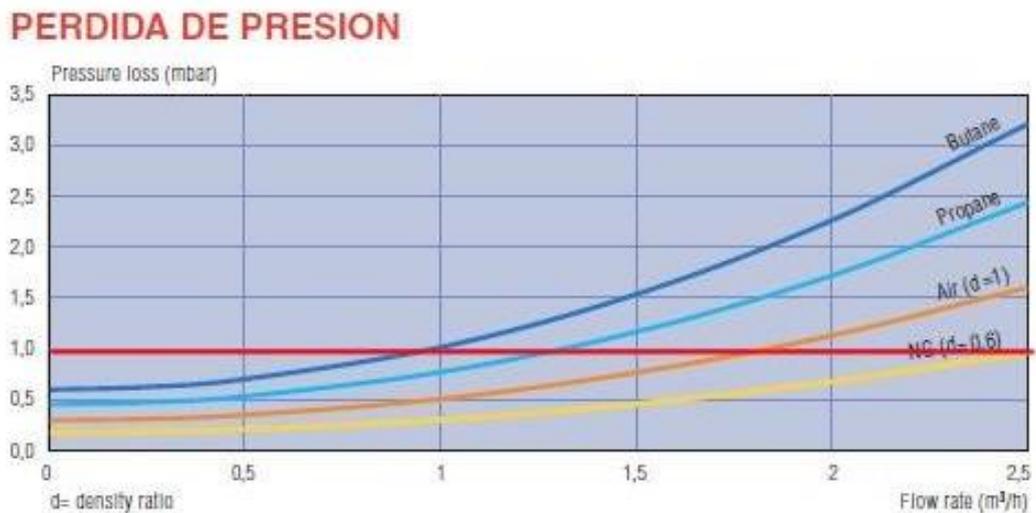


Gráfico 11- Curva de Caída de Presión ( $\Delta P$ ) en el Medidor G1.6.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## B. Sustento Longitud equivalente Le

$$Le=Lrx1.20$$

Donde:

**Lr:** es la longitud real de un tramo de tubería en metros instalada entre los dos puntos de una instalación.

Al circular un gas por una instalación interna de gas se produce una disminución de su presión, que es debida en primer lugar por la fricción del gas en las paredes de la tubería y en segundo lugar por la fricción en los diversos accesorios de esta, como son codos, tees, válvulas, etc.

Para compensar este segundo efecto de pérdida de carga y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación a la longitud real (Lr) incrementada en un 20% y esta se denomina longitud equivalente (Le).

Se tiene que para una longitud real máxima (Lr máx.) con la instalación de una Cocina con 6 quemadores y 1 horno) y las condiciones siguientes:

Q consume máx. = 1.267 m3/hora

Psalida del medidor = 24.7 mbar

Lr máx.= 96 metros

Se asume la Instalación de 4 codos de 90° en PEALPE 1418 con Ø interior = 14 mm y una válvula para el punto del Gasodomésticos PEALPE 1418.

### Sustento de Pérdida de presión en accesorios

Tomamos como referencia la Resistencia de accesorios típicos que indica la tabla 10 de la NTP 111.010. la relación siguiente: (grafico 03)

$$n=Le/D$$

$$n = \frac{\text{Longitud equivalente (m)}}{\text{Diametro de accesorio (mm)}} \dots \text{Relación}$$

Esta relación también la podemos encontrar en el libro de Robert L. Mott "MECÁNICA DE FLUIDOS" en el grafico 05.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### Longitud equivalente para accesorios

#### Cálculo de longitud equivalente para 04 Codos 90° PEALPE 1418:

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 4$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 4$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 1.68 \text{ m}$$

Para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8, del Libro de Clarke L. Davidson R. (1962). Gráfico 05.

#### Cálculo de longitud equivalente para 01 Válvula tipo bola PEALPE 1418:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo:

$$L. \text{ Equivalente x accesorios} = LE \text{ codo}90 + LE \text{ válvula}$$

$$L. \text{ Equivalente x accesorios} = 1.68 \text{ m} + 0.042 \text{ m}$$

$$L. \text{ Equivalente x accesorios} = 1.72 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real de 96 metros:

$$20\% \text{ L. real} = 96 \times 0.20$$

$$20\% \text{ L. real} = 19.2 \text{ m}$$

Conclusión:

$$20\% \text{ L real} = 19.2 \text{ m} > L \text{ equivalente x accesorios} = 1.72 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 4.3. Cálculo de caída de presión

#### 4.3.1 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto B (Cocina 06 quemadores y 01 horno)

20% L real = 19.2 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (96+19.2) \times (1.267)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 7.36 \text{ mbar}$$

#### 4.4 Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.

Presión en el punto B

$$\text{Presión (B)} = \text{Presión (A)} - \Delta P(B) \quad \text{Presión (B)} = 24.7 - 7.36$$

$$\text{Presión (B)} = 17.34 \text{ mbar} \dots\dots \text{Aprobado}$$

#### 4.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas

Cálculo de la Velocidad de circulación de gas en Punto B según (NTP 11.010)

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 1.267}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 2.2757 \text{ m/s}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

## 5. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA V

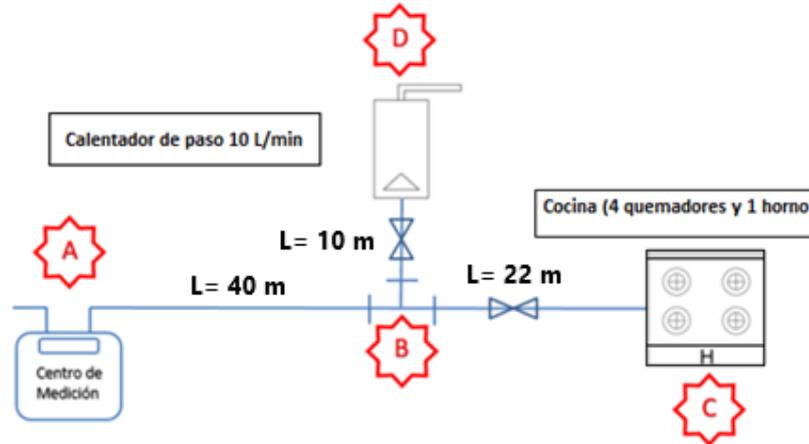


Gráfico 12

### 5.1.- Datos de Diseño

Material y Tipo de Tubería	PEALPE 1620 y 1418		
	C	D	TOTAL
Gasodomésticos	Cocina (4 quemadores y 1 Horno)	Calentador de paso de 10 L/min	
Potencia (Kw.)	11	18	29.00 kw.
Caudal (m <sup>3</sup> /hora)	0.996	1.629	2.625 m <sup>3</sup> /h
PARÁMETROS DE DISEÑO		CANTIDAD	UNIDADES
Presión de Distribución		5.5	barg
Presión Mínima en la Red de Distribución		2	barg
Presión máxima admisible de Operación (MAPO) en la Instalación		25	mbarg
Regulador R4 UPSO Pres. Regulada		25	mbarg
Caída de Presión en el Medidor G4 ( $\Delta P$ )		0.5	mbarg
Presión de Salida del Medidor		24.5	mbarg
Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)		17 - 25	mbarg
Poder Calorífico Superior (*)		9500	Kcal/m <sup>3</sup>
Velocidad Máxima en la Red Interna		40	m/s
Densidad relativa del Gas Natural Seco		0.61	KWh/Sm <sup>3</sup>
Factor de Seguridad		1	und
Factor de Simultaneidad		1	und
Factor de Longitud Equivalente		20%	%
Diámetro Interior de tubería		16 y 14	mm
Medidor G4, Q máx. de medición		6	m <sup>3</sup> /h

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## 5.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión

La fórmula aplicable para el diseño de la tubería y caída de presión por tramo es la fórmula Renouard a conforme lo establece la Normativa Técnica Peruana NTP 111.011.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Esta ecuación se aplica a instalaciones con presión máxima de Operación de 25 mbar.

Donde:

$\Delta P$	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
$L_e$ (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
D	Diámetro (mm)

### A.-Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

Debido a que se tiene un caudal mayor al máximo valor de medida del medidor G1.6, que es 2.5 m<sup>3</sup>/h, se usará el medidor residencial G4, que tiene un caudal máximo de 6 m<sup>3</sup>/hora.

La curva de caída de presión del medidor G4, está indicada en el gráfico 13, se considera tomar como dato referencial para calcular la pérdida de presión en el medidor.

Caudal = 2.625 m<sup>3</sup>/h

Caída de Presión  $\Delta P = 0.5$  mbar

### CURVA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

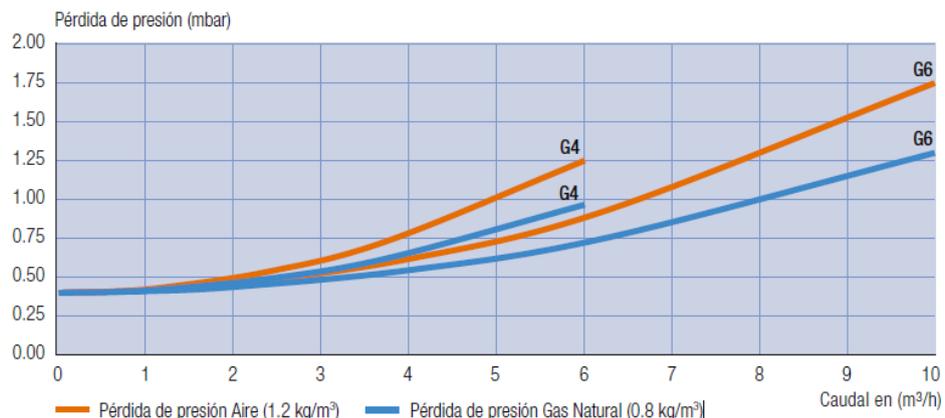


Gráfico 13- Curva de Caída de Presión ( $\Delta P$ ) en el Medidor G4.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## B.-Sustento Longitud equivalente Le

$$Le = Lr \times 1.20$$

Donde:

**Lr:** es la longitud real de un tramo de tubería en metros instalada entre los dos puntos de una instalación.

Tenemos que para una longitud real máxima (L máx.) de tubería instalada para la instalación de una cocina con 4 quemadores y 1 horno más 01 Calentador de paso de 10 L/min, para condiciones siguientes:

Q Consumo Max: 2.625 m<sup>3</sup>/h

P salida del medidor = 25 mbar - ΔP

P salida del medidor = 25 mbar – 0.5 mbar = 24.5 mbar

Se asume los siguientes accesorios para esta Instalación:

**Tramo A-B**, con tubería PEALPE 1620

- 01 codo de 90°

- 01 Tee 90.

**Tramo B-C**, con tubería PEALPE 1418

- 01 codo 90°

- 01 válvula

**Tramo B-D**, con tubería PEALPE 1418

- 01 codo 90°

- 01 válvula

### Cálculo de longitud equivalente para los tres tramos de la instalación:

#### Tramo 01 (A-B) Centro de medición hasta la Tee (40 metros)

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1620

- 01 tee de 90°, PEALPE 1620

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 16 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.48 \text{ metros}$$

Cálculo de longitud equivalente para 01 Tee:

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{60 \times 16 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee} = 0.96 \text{ metros}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ tee}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.48 \text{ m} + 0.96 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 1.44 \text{ metros}$$

El 20% de la longitud real de 40 metros es:

$$20\% L \text{ real} = 21 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 8 \text{ m}$$

Conclusión:

$$20\% L \text{ real} = 8 \text{ m} > L \text{ equivalente x accesorios} = 1.44 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 02 (B -C) desde la Tee hasta la Cocina 04 quemadores y 01 horno (22 metros):**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1418

- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = 0.42 \text{ m}$$

Y para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8, del Libro de Clarke L. Davidson R. 1962. (grafico 05)

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ válvula}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.42 \text{ m} + 0.042 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.462 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real de 22 metros es:

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

$$20\% L \text{ real} = 22 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 4.4 \text{ m}$$

Conclusión

$$20\% L \text{ real} = 4.4 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.462 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 03 (B -D) desde la Tee hasta el calentador de paso de 10 L/min (10 metros):**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1418

- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = 0.42 \text{ m}$$

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ válvula}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.42 \text{ m} + 0.042 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.462 \text{ m}$$

El 20% de la Longitud real de tramo B-D de 10 metros es:

$$20\% L \text{ real} = 10 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 2 \text{ m}$$

Conclusión:

$$20\% L \text{ real} = 2 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.462 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 5.3. Cálculo de caída de Presión

#### 5.3.1 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto B, con longitud de 40m. (tramo A-B)

20% L real = 8 m, se considera suficiente el 20% de la longitud, como factor de equivalencia.

Se considera para este tramo la tubería PEALPE 1620

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (40+8) \times (2.625)^{1.82} \times (16)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 6.06 \text{ mbar}$$

#### 5.3.2 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto C, con longitud de 22m. (tramo B-C)

20%Lreal= 4.4m, se considera suficiente el 20% de la longitud, como factor de equivalencia.

Se considera para este tramo la tubería PEALPE 1418.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 22,759 \times 0.61 \times (22+4.4) \times (0.996)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 1.09 \text{ mbar}$$

#### 5.3.3 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto D, con longitud de 10 m. (tramo B-D)

20% L real = 2 m, se considera suficiente el 20% de la longitud, como factor de equivalencia.

Se considera para este tramo la tubería PEALPE 1418.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 22,759 \times 0.61 \times (10+2) \times (1.629)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 1.21 \text{ mbar}$$

### 5.4. Cálculo de presión a la entrada del Gasodoméstico.

#### 5.4.1 Cálculo de presión en el punto C (Cocina 4 quemadores y horno)

$$\text{Presión (C)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(C) \text{ Presión}] =$$

$$\text{Presión (C)} = 24.5 - [6.06 + 1.09]$$

$$\text{Presión (C)} = 17.35 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

#### 5.4.2 Cálculo de presión en el punto D (Calentador de paso de 10 L/min)

$$\text{Presión (D)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(D) \text{ Presión}] =$$

$$\text{Presión (D)} = 24.5 - [6.06 + 1.21]$$

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

Presión (D) = 17.23 mbar ..... Aprobado

### 5.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

#### 5.5.1 Cálculo de velocidad en el punto B (tramo A-B con la tubería PEALPE 1620)

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 2.625}{16^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 3.6098 \text{ m/s}$$

#### 5.5.2 Cálculo de velocidad en el punto C (Cocina 4 quemadores y horno) tramo B-C con la tubería PEALPE 1418

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 0.996}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 1.7889 \text{ m/s}$$

#### 5.5.3 Cálculo de velocidad en el punto D (Calentador de paso de 10 L/min) tramo B-D con la tubería PEALPE 1418

$$V_{(D)} = \frac{365.5 \times 1.629}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(D) = 2.9259 \text{ m/s}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

## 6. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA VI

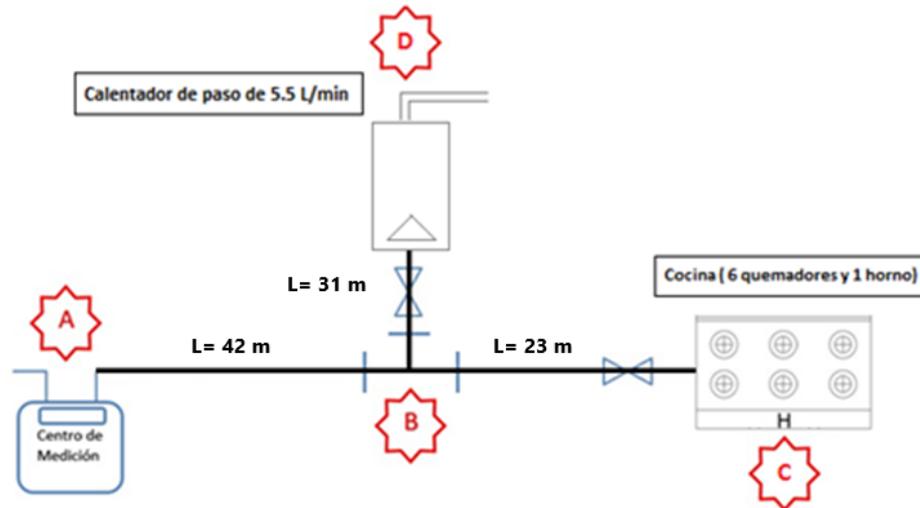


Gráfico 14

### 6.1.- Datos de Diseño

Material y Tipo de Tubería	PEALPE 1620 y 1418		
Gasodomésticos	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>TOTAL</b>
	Cocina (6 quemadores y 1 Horno)	Calentador de paso de 5.5 L/min	
Potencia (Kw.)	14	12	26.00 kw.
Caudal (m <sup>3</sup> /hora)	1.267	1.086	2.353 m <sup>3</sup> /h
PARÁMETROS DE DISEÑO		CANTIDAD	UNIDADES
Presión de Distribución		5.5	barg
Presión Mínima en la Red de Distribución		2	barg
Presión máxima admisible de Operación (MAPO) en la Instalación		25	mbarg
Regulador R1.6 UPSO Pres. Regulada		25	mbarg
Caída de Presión en el Medidor G1.6 ( $\Delta P$ )		0.90	mbarg
Presión de Salida del Medidor		24.10	mbarg
Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)		17 - 25	mbarg
Poder Calorífico Superior (*)		9500	Kcal/m <sup>3</sup>
Velocidad Máxima en la Red Interna		40	m/s
Densidad relativa del Gas Natural Seco		0.61	KWh/Sm <sup>3</sup>
Factor de Seguridad		1	Und.
Factor de Simultaneidad		1	Und.
Factor de Longitud Equivalente		20%	%
Diámetro Interior de la tubería		16 y 14	mm
Medidor G 1.6 Q máx. de medición		2.5	m <sup>3</sup> /h

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## 6.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión

La fórmula aplicable para el diseño de la tubería y caída de presión por tramo es la fórmula Renouard a conforme lo establece la Normativa Técnica Peruana NTP 111.011.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Donde:

$\Delta P$	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
$L_e$ (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
D	Diámetro (mm)

### A.-Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

Para referencia de la caída de presión en el medidor típico a utilizar, se muestra la gráfica de Perdida de presión del Medidor de Diafragma G 1.6 (grafico. 15)

#### PERDIDA DE PRESION

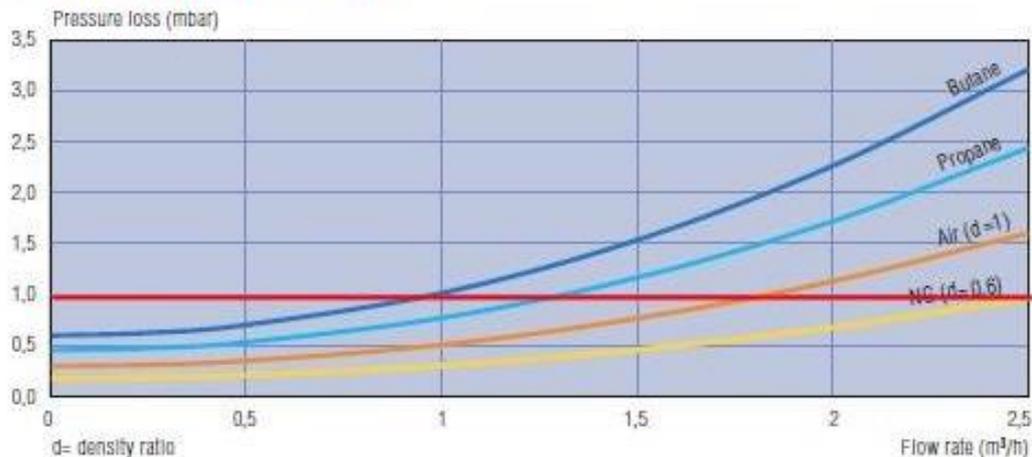


Gráfico 15- Curva de Caída de Presión ( $\Delta P$ ) en el Medidor G1.6.

En el Gráfico 15, tenemos el valor estimado de pérdida de presión en el medidor: Caudal = 2.353 m<sup>3</sup>/h

Caída de Presión  $\Delta P = 0.9$  mbar

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### **B-Sustento Longitud equivalente Le**

$$Le = Lr \times 1.20$$

Donde:

**Lr:** es la longitud real de un tramo de tubería en metros instalada entre los dos puntos de una instalación. Al circular un gas por una instalación interna de gas se produce una disminución de su presión, que es debida en primer lugar por la fricción del gas en las paredes de la tubería y en segundo lugar por la fricción en los diversos accesorios de esta, como son codos, tees, válvulas, etc.

Para compensar este segundo efecto de pérdida de carga y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación a la longitud real (Lr) incrementada en un 20% y esta se denomina longitud equivalente (Le).

Tenemos que para una longitud real máxima (L máx.) de tubería instalada, para la instalación de una cocina con 6 quemadores y 1 horno, más 01 Calentador de paso de 5.5 L/min, para condiciones siguientes:

Q Consumo Max: 2.353 m<sup>3</sup>/h

P salida del medidor = 25 mbar - ΔP

P salida del medidor = 25 mbar – 0.9 mbar = 24.1 mbar

Se asume los siguientes accesorios para esta Instalación:

**Tramo A-B,** con tubería PEALPE 1620

- 01 codo de 90°.

- 01 Tee 90°

**Tramo B-C,** con tubería PEALPE 1418

- 01 codo 90°.

- 01 válvula.

**Tramo B-D,** con tubería PEALPE 1418

- 01 codo 90°.

- 01 válvula.

### **Cálculo de longitud equivalente para los tres tramos de la instalación:**

#### **Tramo 01 (A-B) Centro de medición hasta la Tee (42 metros)**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1620

- 01 tee de 90°, PEALPE 1620

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 16 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.48 \text{ metros}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Cálculo de longitud equivalente para 01 Tee:

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{60 \times 16 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee} = 0.96 \text{ metros}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente} \times \text{ accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ tee}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{ accesorios} = 0.48 \text{ m} + 0.96 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{ accesorios} = 1.44 \text{ metros}$$

El 20% de la longitud real de 42 metros es:

$$20\% L \text{ real} = 42 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 8.4 \text{ m}$$

Conclusión:

$$20\% L \text{ real} = 8.4 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{ accesorios} = 1.44 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 02 (B -C) desde la Tee hasta la Cocina 06 quemadores y 01 horno (23 metros):**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1418

- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = 0.42 \text{ m}$$

Y para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8, del Libro de Clarke L. Davidson R. 1962. (grafico 05)

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

L equivalente x accesorios = LE codo 90°+LE válvula

L equivalente x accesorios = 0.42 m + 0.042 m

L equivalente x accesorios = 0.462 m

El 20% de la longitud real de 23 metros es:

20% L real= 23 x 0.20

20% L real= 4.6 m

Conclusión

20% L real= 4.6 m > L equivalente x accesorios =0.462 m

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 03 (B -D) desde la Tee hasta el calentador de paso de 5.5 L/min (31 metros):**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1418

- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

L. Equivalente codo 90° =  $\left(\frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000}\right)$

L. Equivalente codo 90° =  $\left(\frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000}\right)$

L. Equivalente codo 90° = 0.42 m

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

L. Equivalente válvula de bola =  $\left(\frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000}\right)$

L. Equivalente válvula de bola =  $\left(\frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000}\right)$

L. Equivalente válvula de bola = 0.042 m

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

L equivalente x accesorios = LE codo 90°+LE válvula

L equivalente x accesorios = 0.42 m + 0.042 m

L equivalente x accesorios = 0.462 m

El 20% de la Longitud real de tramo B-D de 31 metros es:

20% L real= 31 x 0.20

20% L real= 6.2 m

Conclusión:

20% L real= 6.2 m > L equivalente x accesorios =0.462 m

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 6.3 Calculo de Caída de Presión

#### 6.3.1 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto B, con longitud de 42 m. (tramo A-B)

20% L real = 8.4 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

Se considera para este tramo la tubería PEALPE 1620

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (42+8.4) \times (2.353)^{1.82} \times (16)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 5.22 \text{ mbar}$$

#### 6.3.2 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto C, con longitud de 23 m. (tramo B- C)

20% L real = 4.6 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

Se considera para este tramo la tubería PEALPE 1418

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 22,759 \times 0.61 \times (23+4.6) \times (1.267)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 1.76 \text{ mbar}$$

#### 6.3.3 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto D, con longitud de 31 m. (tramo B-D)

20% L real = 6.2 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

Se considera para este tramo la tubería PEALPE 1418

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 22,759 \times 0.61 \times (31+6.2) \times (1.086)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 1.79 \text{ mbar}$$

### 6.4 Calculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.

#### 6.4.1 Cálculo de presión en el punto C (Cocina 6 quemadores y horno)

$$\text{Presión (C)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(C) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión (C)} = 24.10 - [ 5.22 + 1.76]$$

$$\text{Presión (C)} = 17.12 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

#### 6.4.2 Cálculo de presión en el punto D (Calentador de paso de 5 L/min)

$$\text{Presión (D)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(D) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión(D)} = 24.10 - [ 5.22 + 1.79]$$

$$\text{Presión (D)} = 17.09 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

### 6.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

#### 6.5.1 Cálculo de velocidad en el punto B tramo A-B con la tubería PEALPE 1620

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 2.353}{16^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 3.2357 \text{ m/s}$$

#### 6.5.1 Cálculo de velocidad en el punto C (Cocina 6 quemadores y horno) tramo B-C con la tubería PEALPE 1418

$$V_{(C)} = \frac{365.5 \times 1.267}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(C) = 2.2757 \text{ m/s}$$

#### 6.5.2 Cálculo de velocidad en el punto D (Calentador de paso de 5 L/min) tramo B-D con la tubería PEALPE 1418

$$V_{(D)} = \frac{365.5 \times 1.086}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(D) = 1.9506 \text{ m/s}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

## 7. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA VII

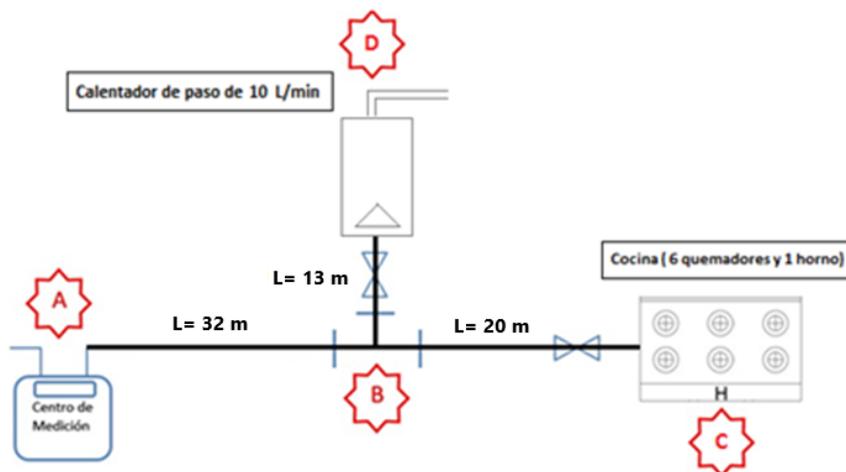


Gráfico 16

### 7.1.- Datos de Diseño

Material y Tipo de Tubería	PEALPE 1620 y 1418		
Gasodomésticos	C	D	TOTAL
	Cocina (6 quemadores y 1 Horno)	Calentador de paso de 10 L/min	
Potencia (kw.)	14	18	32.00 kw.
Caudal (m <sup>3</sup> /hora)	1.267	1.629	2.896 m <sup>3</sup> /h
PARÁMETROS DE DISEÑO		CANTIDAD	UNIDADES
Presión de Distribución		5.5	barg
Presión Mínima en la Red de Distribución		2	barg
Presión máxima admisible de Operación (MAPO) en la Instalación		25	mbarg
Regulador R4 UPSO Pres. Regulada		25	mbarg
Caída de Presión en el Medidor G4 ( $\Delta P$ )		0.5	mbarg
Presión de Salida del Medidor		24.5	mbarg
Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)		17 - 25	mbarg
Poder Calorífico Superior (*)		9500	Kcal/m <sup>3</sup>
Velocidad Máxima en la Red Interna		40	m/s
Densidad relativa del Gas Natural Seco		0.61	KWh/Sm <sup>3</sup>
Factor de Seguridad		1	Und.
Factor de Simultaneidad		1	Und.
Factor de Longitud Equivalente		20%	%
Diámetro Interior		16 y 14	mm
Medidor G4, Q máx. de medición		6	m <sup>3</sup> /h

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## 7.2. Sustento para el Cálculo de caída de Presión

La fórmula aplicable para el diseño de la tubería y caída de presión por tramo es la fórmula Renouard a conforme lo establece la Normativa Técnica Peruana NTP 111.011.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} \dots \text{Relación 01}$$

Esta ecuación se aplica a instalaciones con presión máxima de Operación de 23 mbar.

Donde:

$\Delta P$	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
$L_e$ (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar ( $m^3/hora$ )
D	Diámetro (mm)

### A. Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

Debido a que se tiene un caudal mayor al máximo valor de medida del medidor G1.6, que es 2.5  $m^3/h$ , se usará el medidor residencial G4, que tiene un caudal máximo de 6  $m^3/hora$ .

La curva de caída de presión del medidor G4, está indicada en el grafico 17, se considera tomar como dato referencial para calcular la perdida de presión en el medidor.

Caudal = 2.896  $m^3/h$

Caída de Presión  $\Delta P = 0.5$  mbar

### CURVA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

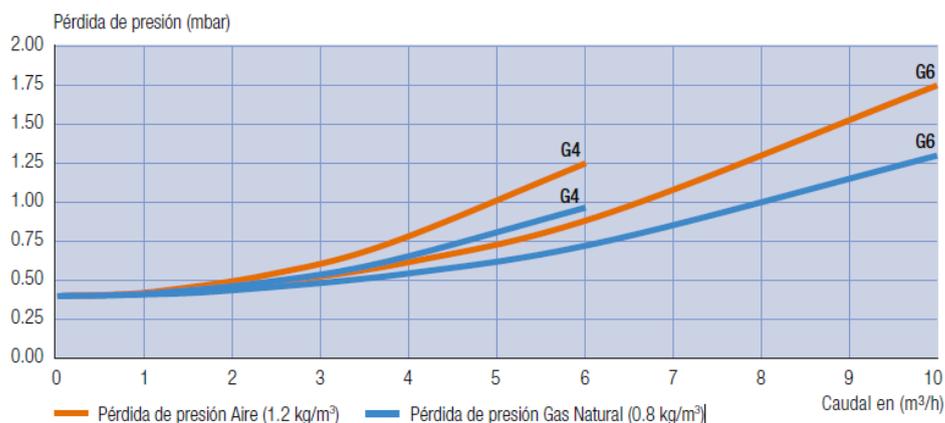


Gráfico 17- Curva de Caída de Presión ( $\Delta P$ ) en el Medidor G4.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

## B. Sustento Longitud equivalente Le

$$Le=Lrx1.20$$

Donde:

**Lr:** es la longitud real de un tramo de tubería en metros instalada entre los dos puntos de una instalación.

Tenemos que para una longitud real máxima (L máx.) de tubería instalada para la instalación de una cocina con 6 quemadores y 1 horno más 01 Calentador de paso de 10 L/min, para condiciones siguientes:

Q Consumo Max: 2.896 m<sup>3</sup>/h

P salida del medidor = 25 mbar - ΔP

P salida del medidor = 25 mbar – 0.5 = 24.5 mbar

Se asume los siguientes accesorios para esta Instalación:

**Tramo A-B,** con tubería PEALPE 1620

- 01 codos de 90°.
- 01 Tee 90.

**Tramo B-C,** con tubería PEALPE 1418

- 01 codos 90°.
- 01 válvula.

**Tramo B-D,** con tubería PEALPE 1418

- 01 codos 90°.
- 01 válvula.

**Cálculo de longitud equivalente para los tres tramos de la instalación:**

**Tramo 01 (A-B) Centro de medición hasta la Tee (32 metros)**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1620
- 01 tee de 90°, PEALPE 1620

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 16 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.48 \text{ metros}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Cálculo de longitud equivalente para 01 Tee:

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee} = \left( \frac{60 \times 16 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee} = 0.96 \text{ metros}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente} \times \text{ accesorios} = LE \text{ codo } 90^\circ + LE \text{ tee}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{ accesorios} = 0.48 \text{ m} + 0.96 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{ accesorios} = 1.44 \text{ metros}$$

El 20% de la longitud real de 32 metros es:

$$20\% L \text{ real} = 32 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 6.4 \text{ m}$$

Conclusión:

$$20\% L \text{ real} = 6.4 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{ accesorios} = 1.44 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 02 (B -C) desde la Tee hasta la Cocina 06 quemadores y 01 horno (20 metros):**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1418

- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente codo } 90^\circ = 0.42 \text{ m}$$

Y para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8, del Libro de Clarke L. Davidson R. 1962. (grafico 05)

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.042 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

L equivalente x accesorios = LE codo 90°+LE válvula

L equivalente x accesorios = 0.42 m + 0.042 m

L equivalente x accesorios = 0.462 m

El 20% de la longitud real de 20 metros es:

20% L real= 20 x 0.20

20% L real= 4 m

Conclusión

20% L real= 4 m > L equivalente x accesorios =0.462 m

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 03 (B -D) desde la Tee hasta el calentador de paso de 10 L/min (13 metros):**

Accesorios:

- 01 Codo 90°, PEALPE 1418

- 01 válvula de bola, PEALPE 1418

Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:

L. Equivalente codo 90° =  $\left(\frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000}\right)$

L. Equivalente codo 90° =  $\left(\frac{30 \times 14 \text{ mm}}{1000}\right)$

L. Equivalente codo 90° = 0.42 m

Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula:

L. Equivalente válvula de bola =  $\left(\frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000}\right)$

L. Equivalente válvula de bola =  $\left(\frac{3 \times 14 \text{ mm}}{1000}\right)$

L. Equivalente válvula de bola = 0.042 m

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

L equivalente x accesorios = LE codo 90°+LE válvula

L equivalente x accesorios = 0.42 m + 0.042 m

L equivalente x accesorios = 0.462 m

El 20% de la Longitud real de tramo B-D de 13 metros es:

20% L real= 13 x 0.20

20% L real= 2.6 m

Conclusión:

20% L real= 2.6 m > L equivalente x accesorios =0.462 m

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 7.3. Cálculo de caída de Presión

#### 7.3.1 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto B, con longitud de 32m. (tramo A-B)

20% L real = 6.4 m, se considera suficiente el 20% de la longitud, como factor de equivalencia.

Se considera para este tramo la tubería PEALPE 1620

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (32+6.4) \times (2.896)^{1.82} \times (16)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 5.80 \text{ mbar}$$

#### 7.3.2 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto C, con longitud de 20m. (tramo B-C)

20% L real = 4m, se considera suficiente el 20% de la longitud, como factor de equivalencia.

Se considera para este tramo la tubería PEALPE 1418

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 22,759 \times 0.61 \times (20+4) \times (1.267)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 1.53 \text{ mbar}$$

#### 7.3.3 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto D, con longitud de 13 m. (tramo B-D)

20% L real = 2.6 m, se considera suficiente el 20% de la longitud, como factor de equivalencia.

Se considera para este tramo la tubería PEALPE 1418

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 22,759 \times 0.61 \times (13+2.6) \times (1.629)^{1.82} \times (14)^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 1.57 \text{ mbar}$$

### 7.4. Cálculo de presión a la entrada del Gasodoméstico.

#### 7.4.1 Cálculo de presión en el punto C (Cocina 6 quemadores y horno)

$$\text{Presión (C)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(C) \text{ Presión}] =$$

$$\text{Presión (C)} = 24.5 - [5.8 + 1.53]$$

$$\text{Presión (C)} = 17.17 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

#### 7.4.2 Cálculo de presión en el punto D (Calentador de paso de 10 L/min)

$$\text{Presión (D)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(D) \text{ Presión}] =$$

$$\text{Presión (D)} = 24.5 - [5.8 + 1.57]$$

$$\text{Presión (D)} = 17.13 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

### 7.5 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

#### 7.5.1 Cálculo de velocidad en el punto B tramo A-B con la tubería PEALPE 1620

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 2.896}{16^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 3.9825 \text{ m/s}$$

#### 7.5.2 Cálculo de velocidad en el punto C (Cocina 6 quemadores y horno) tramo B-C con la tubería PEALPE 1418

$$V_{(C)} = \frac{365.5 \times 1.267}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(C) = 2.2757 \text{ m/s}$$

#### 7.5.3 Cálculo de velocidad en el punto D (Calentador de paso de 10 L/min) tramo B-D con la tubería PEALPE 1418

$$V_{(D)} = \frac{365.5 \times 1.629}{14^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(D) = 2.9259 \text{ m/s}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

## 8. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA VIII (FISE)

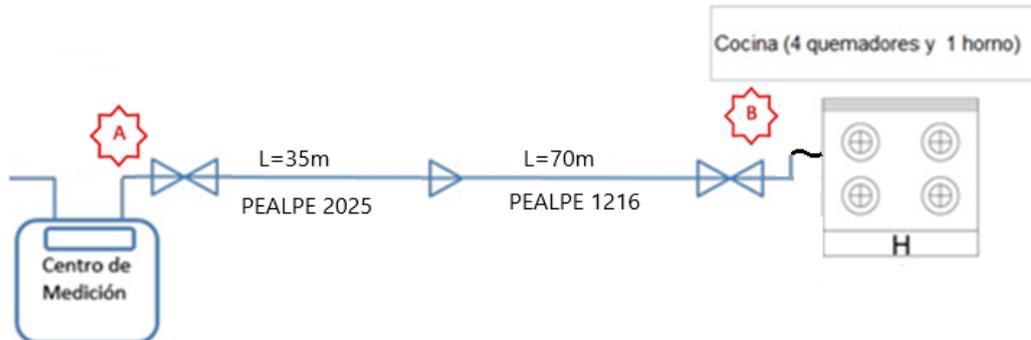


Gráfico 18: Configuración de la instalación interna de un punto de consumo

Nota: La instalación se realizará de material Pe-Al-Pe, empotrado o a la Vista y el punto debe ser destinado exclusivamente para cocina doméstica. (4 Quemadores + 1 Horno)

La configuración de la Instalación Interna típica de un punto de consumo cumple el diseño típico aprobado por Osinergmin **A1** o **A2**, considerando que la longitud del tramo 2025 es como mínimo 1/3 de la longitud total.

### 8.1.- Materiales para la instalación interna

Ítem	Material
1	Conector para medidor de gas 2025 x Tuerca Universal G 3/4"
2	Válvula bola 2025 Pe-Al-Pe
3	Tubería Pe-Al-Pe 2025
4	Unión reducción Pe-Al-Pe 2025x1216
5	Tubería Pe-Al-Pe 1216
6	Válvula de bola 1216 Pe-Al-Pe
7	Adaptador Codo 90° 1/2 NPT Hembra x 1216 grafado
8	Conector flexible

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

## 8.2.- Datos de Diseño

Material y Tipo de Tubería	PEALPE 2025 y 1216		
<b>Gasodomésticos</b>	<b>C</b>		<b>TOTAL</b>
	Cocina (4 quemadores y 1 Horno)	N/A	
<b>Potencia (kw.)</b>	11	0	11.00 kw.
<b>Caudal (m<sup>3</sup>/hora)</b>	0.996	<b>0</b>	0.996 m <sup>3</sup> /h
PARÁMETROS DE DISEÑO		CANTIDAD	UNIDADES
<b>Presión de Distribución</b>		5.5	barg
<b>Presión Mínima en la Red de Distribución</b>		2	barg
<b>Presión máxima admisible de Operación (MAPO) en la Instalación</b>		25	mbarg
<b>Regulador R4 UPSO Pres. Regulada</b>		25	mbarg
<b>Caída de Presión en el Medidor G1.6 (ΔP)</b>		0.3	mbarg
<b>Presión de Salida del Medidor</b>		24.7	mbarg
<b>Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)</b>		17 - 25	mbarg
<b>Poder Calorífico Superior (*)</b>		9500	Kcal/m <sup>3</sup>
<b>Velocidad Máxima en la Red Interna</b>		40	m/s
<b>Densidad relativa del Gas Natural Seco</b>		0.61	Kwh/Sm <sup>3</sup>
<b>Factor de Seguridad</b>		1	Und
<b>Factor de Simultaneidad</b>		1	Und
<b>Factor de Longitud Equivalente</b>		20%	%
<b>Diámetro Interior</b>		20 y 12	mm
<b>Medidor G 1.6 Q máx. de medición</b>		2.5	m <sup>3</sup> /h

## 8.3 Sustento para el Cálculo de caída de Presión

La fórmula aplicable para el diseño de la tubería y caída de presión por tramo es la fórmula Renouard a conforme lo establece la Normativa Técnica Peruana NTP 111.011.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Esta ecuación se aplica a instalaciones con presión máxima de Operación de 25 mbar.

Donde:

ΔP	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
L <sub>e</sub> (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
D	Diámetro (mm)

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### A. Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

El medidor típico para utilizar en las instalaciones internas es el medidor G1.6, que tiene un caudal máximo de 2.5 m<sup>3</sup>/h y la caída máxima de presión para Gas Natural es de 1 mbar.

La curva de caída de presión del medidor G1.6, está indicada en el Grafico 19, se considera tomar como dato referencial.

#### PERDIDA DE PRESION

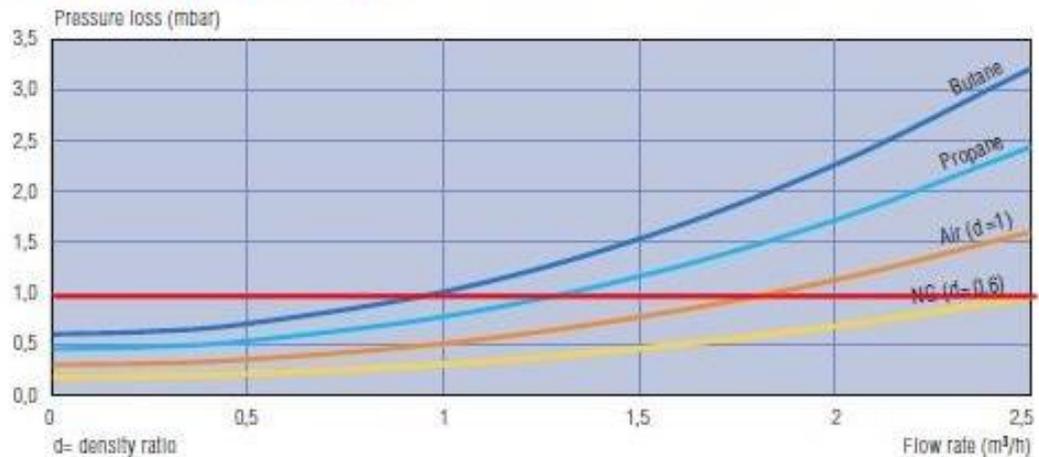


Gráfico 19- Curva de Caída de Presión ( $\Delta P$ ) en el Medidor G1.6.

### B. Sustento Longitud equivalente $L_e$

$$L_e = L_r \times 1.20$$

Donde:

**L<sub>r</sub>**: es la longitud real de un tramo de tubería en metros instalada entre los dos puntos de una instalación.

Al circular un gas por una instalación interna de gas se produce una disminución de su presión, que es debida en primer lugar por la fricción del gas en las paredes de la tubería y en segundo lugar por la fricción en los diversos accesorios de esta, como son codos, tees, válvulas, etc.

Para compensar este segundo efecto de pérdida de carga y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación a la longitud real ( $L_r$ ) incrementada en un 20% y esta se denomina longitud equivalente ( $L_e$ ).

Se tiene que para una longitud real máxima ( $L_r$  máx.) con la instalación de una Cocina con 4 quemadores y 1 horno) y las condiciones siguientes:

Q consume máx. = 0.996 m<sup>3</sup>/hora

Psalida del medidor = 24.7 mbar

L<sub>r</sub> máx. con tubería 2025 = 35 metros

L<sub>r</sub> máx. con tubería 1216 = 70 metros

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Se asume la Instalación de 1 válvula de cierre general, 1 reducción de 20 a 12 mm, 1 codo de 90° en PEALPE 1216 y una válvula para el punto del Gasodoméstico PEALPE 1216.

### C. Sustento de Perdida de presión en accesorios

Tomamos como referencia la resistencia de accesorios típicos que indica la tabla 10 de la NTP 111.010.

k factor =	Threaded fittings†								90° welding elbows and smooth bends‡	Welding tees	
	Elbows		Tee	Plug	Valves (threaded, flanged, or welded)			Swing check	R/d <sub>s</sub> = 1-1/2	Forged	Mitre**
	45°	90°			Globe	Angle					
<b>n = L/D ratio†† =</b>	0.42	0.9	1.8	0.9	10	5	25	0.36	1.35	1.8	
	14	30	60	30	333	167	83	12	45	60	
Nominal pipe size in (Schedule 40)	Inside diameter (d) mm										
3/8	12.52	0.18	0.37	0.75	0.37	4.18	2.09	1.04	0.15	0.56	0.75
1/2	15.80	0.22	0.47	0.94	0.47	5.27	2.64	1.29	0.19	0.17	0.94
3/4	20.93	0.29	0.63	1.26	0.63	6.98	3.47	1.74	0.25	0.94	1.26
1	26.64	0.37	0.80	1.60	0.80	8.87	4.45	2.22	0.32	1.20	1.60
1-1/4	35.05	0.49	1.05	2.10	1.05	11.67	5.82	2.92	0.42	1.58	2.10
1-1/2	40.89	0.49	1.23	2.45	1.23	13.62	6.83	3.41	0.49	1.84	2.45
2	52.50	0.73	1.58	3.14	1.58	17.50	8.75	4.39	0.63	2.36	3.14
2-1/2	62.71	0.88	1.88	3.75	1.88	20.88	10.45	5.21	0.75	2.82	3.75
3	77.93	1.09	2.34	4.66	2.34	25.97	12.98	6.49	0.94	3.51	4.66
4	102.3	1.23	3.08	6.16	3.08	34.14	17.07	8.53	1.23	4.60	6.16
5	128.2	1.79	3.84	7.68	3.84	42.67	21.33	10.67	1.54	5.76	7.68

Gráfico 20

De la tabla tomamos la relación siguiente:

$$n = Le/D$$

$$n = \frac{\text{Longitud equivalente (m)}}{\text{Diametro de accesorio (mm)}} \dots \text{Relación}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Esta relación la podemos encontrar en el libro de Robert L. Mott “MECÁNICA DE FLUIDOS” (grafico 21).

**3.3 Longitud total del tramo de tubería (L)**

La longitud total del tramo de tubería está constituida por la longitud real del tramo, más la longitud equivalente ( $L_e$ ) de los accesorios instalados en dicho tramo. La longitud equivalente (m) de los accesorios se calculó con la Ecuación 5.

$$L_e = \frac{\left( \frac{\text{Rel. Longitud}}{\text{diámetro del tramo}} * \text{Ø interior en mm} \right)}{1000} \quad (5)$$

La longitud total (L) se compone de la longitud de los tramos rectos más la longitud equivalente de accesorios. La  $L_e$  se determina a partir de la relación longitud/diámetro para cada accesorio y se presenta en la Tabla 3 (Mott, 1996).

Tabla 3. Relación longitud / diámetro para **Accesorios de la Tubería**

Accesorio	Relación Longitud/Diámetro
Codo A 90°	30
Codo A 45°	14
TEE A 90°	60
TEE A 90°	20

Gráfico 21

Para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8 del Libro de Clarke L. Davidson R. (1962). (grafico 22).

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Tabla 8 - Valores de L/D de válvulas y accesorios.  
Fuente: CLARKE L., DAVIDSON R. (1962). Manual for Process Engineering Calculations. Mc Graw Hill.

TIPOS DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS		
<b>Válvulas</b> (datos con apertura 100%, excepto si se indica):		
• De globo:		
Convencional	asiento plano, cónico o cilíndrico / disco guiado	340/450
Forma Y tija 60°	asiento plano / disco guiado	175/145
En ángulo	asiento plano / disco guiado	145/200
• De compuerta:		
De paso total		3
Fluidos normales	apertura 100% / 75% / 50% / 25%	13/35/160/900
Fluidos pulposos	apertura 100% / 75% / 50% / 25%	17/50/260/1200
• De retención:		
De clapeta	convencional / paso total	135/50
De bola		150
• De pie con filtro:		
Con disco guiado		420
Con visagra de cuero		75
• De mariposa:		
De más de 150 mm líquidos / gases		40 /24
En ductos	ángulo 5°/30°/45°/60°	9/160/800/4800
• Espitas:		
De paso directo	paso igual al diámetro de tubo	18
De tres vías	flujo: directo / por derivación	44/140
	Pase igual al 80% del tubo	
• De Bola:	Apertura 100%	3
<b>Accesorios</b>		
• Piezas de montaje (tubo liso):		
Curvas 45°	r/d= 1/2/4/6	6/4/3/3
Curvas 90°		9/6/5/4
• Codos:		
De 90°	estándar / radio largo / radio corto	30/20/50
De 45°	estándar / radio corto	16/26
En escuadra		57
• Curva 180°:	tipo cerrado	50
• T estándar:	flujo: directo / por derivación	20/60
• Ensanchamientos: (*)	brusco ¼ estándar ½ / estándar ¾	28/8
	brusco ¼ brusco ½ / brusco ¾	35/24/8
• Reducciones: (*)	estándar ½ / estándar ¾	7/2
	brusco ½ / brusco ¾	18/14/7
• Liras de dilatación:	tubo liso	50
	tubo corrugado	100

(\*) Los valores de L/D se refieren al diámetro menor

Gráfico 22

#### D. Longitud equivalente para accesorios

Se consideran los siguientes accesorios:

- 01 válvula de cierre general (PEALPE 2025)
- 01 unión reducción Pe-Al-Pe 2025x1216
- 01 codo de 90° en PEALPE 1216
- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico (PEALPE 1216)

De la formula del grafico 21, y el valor L/D del grafico 22, hallamos el cálculo de longitud equivalente para la válvula:

**Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula, tipo bola PEALPE 2025 (cierre general):**

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 20 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

L. Equivalente válvula de bola = 0.06 m

De la formula del grafico 21, y de los valores L/D del grafico 22, reducción de ¾ a ½ que se toma como referencia, hallamos el cálculo de longitud equivalente para la reducción.

**Cálculo de longitud equivalente para la 01 reducción 2025 x 1216:**

$$L. \text{ equivalente reducción} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente reducción} = \left( \frac{18 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente reducción} = 0.216 \text{ m}$$

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90° PEALPE 1216:**

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.36 \text{ m}$$

De la formula del grafico 21, y el valor L/D del grafico 22, hallamos el cálculo de longitud equivalente para la válvula.

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Válvula tipo bola PEALPE 1216:**

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.036 \text{ m}$$

**Ahora comparamos el 20% de longitud equivalente asumido para el cálculo con el valor hallado:**

$$L. \text{ Equivalente x accesorios} = \text{LE Válvula cierre general} + \text{LE Reducción 2025x1216} + \text{LE codo90} + \text{Válvula cierre gasodomestico.}$$

$$L. \text{ Equivalente x accesorios} = 0.06 \text{ m} + 0.216 + 0.36 \text{ m} + 0.036 \text{ m}$$

$$L. \text{ Equivalente x accesorios} = 0.672 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real de la tubería PEALPE 2025 de 35 metros es:

$$20\% \text{ L. real} = 35 \times 0.20$$

$$20\% \text{ L. real} = 7 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real de la tubería PEALPE 1216 de 70 metros es:

$$20\% \text{ L. real} = 70 \times 0.20$$

$$20\% \text{ L. real} = 14 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

20% L. real= 7m +14 m= 21m

Conclusión:

$$20\% \text{ L real} = 21 \text{ m} > \text{L equivalente x accesorios} = 0.672 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

#### 8.4. Cálculo de caída de presión

##### 8.4.1 Cálculo de caída de Presión $\Delta P$ en el punto B, con longitud de 35m, tubería PEALPE 2025 (tramo A-B)

20% L real = 7m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (35+7) \times (0.996)^{1.82} \times (20)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 0.310 \text{ mbar}$$

##### 8.4.2 Cálculo de caída de Presión $\Delta P$ en el punto C, con longitud de 70m, tubería PEALPE 1216 (tramo B-C)

20% L real = 14m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 22,759 \times 0.61 \times (70+14) \times (0.996)^{1.82} \times (12)^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 7.282 \text{ mbar}$$

#### 8.5 Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.

##### 8.5.1 Cálculo de presión en el punto C (Cocina 4 quemadores y horno)

$$\text{Presión (C)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(C) \text{ Presión}] =$$

$$\text{Presión (C)} = 24.7 - [0.310 + 7.282] =$$

$$\text{Presión (B)} = 17.11 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

### 8.6 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas

Cálculo de la Velocidad de circulación de gas en Punto B según (NTP 11.010)

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

#### 8.6.1 Cálculo de velocidad en el punto B tramo A-B con la tubería PEALPE 2025

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 0.996}{20^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 0.88 \text{ m/s}$$

#### 8.6.2 Cálculo de velocidad en el punto C (Cocina 4 quemadores y horno) tramo B-C con la tubería PEALPE 1216

$$V_{(C)} = \frac{365.5 \times 0.996}{12^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(C) = 2.45 \text{ m/s}$$

### 8.7 Plantilla de Calculo

Tramo	CALCULOS DE LA RED INTERNA (PE-AL-PE) - RENOARD LINEAL												Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
	P (Kw)	LR(m)	Q(M3/h)	Codos 90	Valvula	Tes a 180	Tes a 90	L(Equi) (m)	D (nominal)	D(mm)	Pi (mbar)	Pf(mbar)			
CM- T1 (A-B)	11.00	35.00	0.996	0	1	0	0	42.00	(20-25)	20.00	24.70	24.39	0.88	0.310	17.11
COCINA(B-C)	11.00	70.00	0.996	1	1	0	0	84.00	(12-16)	12.00	24.39	17.11	2.45	7.282	

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

## 9. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA IX (FISE)

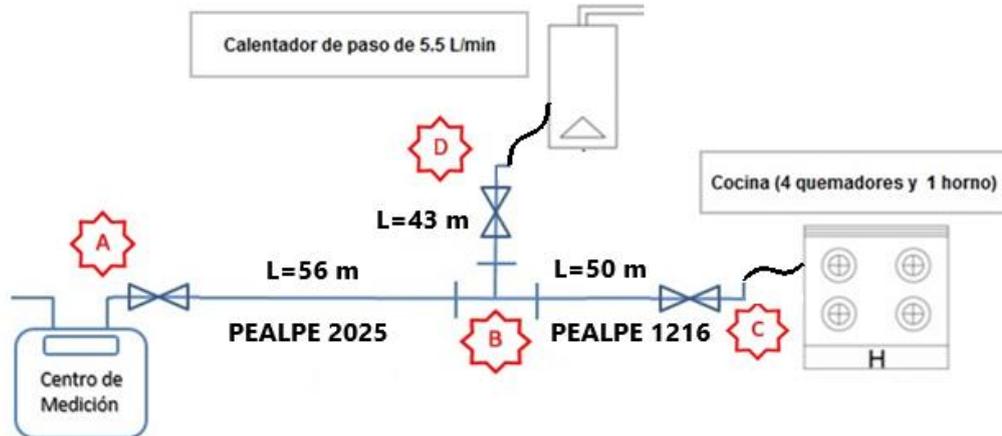


Gráfico 23- Configuración de la instalación interna de dos puntos de consumo

Esta configuración típica es para los siguientes gasodomésticos:

- Cocina (4 quemadores y 1 horno)
- Calentador de paso de 5.5 L/min

### 9.1.- Materiales para la instalación interna

Ítem	Material
1	Conector para medidor de gas 2025 x Tuerca Universal G ¾"
2	Válvula bola 2025 Pe-Al-Pe
3	Tubería Pe-Al-Pe 2025
4	Tee reductora grafada 2025x1216x1216
5	Tubería Pe-Al-Pe 1216 (tramo: Tee - gasodoméstico)
6	Válvula bola 1216 Pe-Al-Pe
7	Adaptador Codo 90° 1/2 NPT Hembra x 1216 grafado
8	Conector (Manguera Flexible)
9	Tubería Pe-Al-Pe 1216 (tramo: Tee-cocina)

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

## 9.2 Datos de Diseño

Material y Tipo de Tubería	PEALPE 2025 y 1216		
Gasodomésticos	C	D	TOTAL
	Cocina (4quemadores y 1 horno)	Calentador de paso de 5.5 L/min	
Potencia (kw.)	11 kw.	12 kw.	23,00 kw.
Caudal (m3/hora)	0,996 m3/hora	1,086 m3/hora	2,082 m3/hora
<b>PARAMETROS DE DISEÑO</b>			
<b>PARAMETROS</b>	<b>CANTIDAD</b>		<b>UNIDADES</b>
Presión de Distribución	5,5		barg
Presión Mínima en la Red de Distribución	2		barg
Presión máxima admisible de operación (MAPO) en la Instalación	25		mbarg
Regulador R4 UPSO Pres. Regulada	25		mbarg
Caída de Presión en el Medidor G 1.6 ( $\Delta P$ )	0,7		mbarg
Presión de Salida del Medidor	24.3		mbarg
Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)	17 - 25		mbarg
Poder Calorífico Superior (*)	9500		Kcal/m3
Velocidad Máxima en la Red Interna	40		m/s
Densidad de Gas Natural Seco	0,61		
Factor de Seguridad	1		
Factor de Simultaneidad	1		
Factor de Longitud Equivalente	20%		
Diámetro Interior	20 y 12		mm
Medidor G 1.6 Q máx. de medición	2.5		m3/hora

## 9.3 Sustento para el Cálculo de caída de Presión

Cálculo de la caída de presión por tramos - NTP 111.011.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} \text{ Ec. Renouard}$$

Esta ecuación se aplica a instalaciones con presión de operación de 25 mbar.

Donde:

$\Delta P$	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
$L_e$ (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
D	Diámetro (mm)

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### A. Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

El medidor típico para utilizar en las instalaciones internas es el medidor G1.6, que tiene un caudal máximo de 2.5 m<sup>3</sup>/h y la caída máxima de presión para Gas Natural es de 1 mbar. La curva de caída de presión del medidor G1.6, está indicada en el siguiente gráfico.

#### PERDIDA DE PRESION

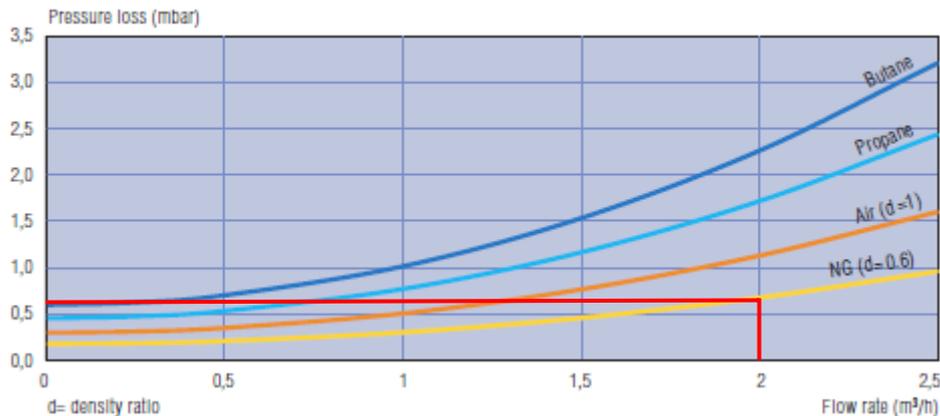


Gráfico 24

Del Grafico 24 tenemos el valor estimado de pérdida de presión en el medidor:

Caudal = 2.082 m<sup>3</sup>/h

$\Delta P = 0.7$  mbar.

### B. Sustento Longitud equivalente Le

$$Le = Lr \times 1.20$$

Donde:

**Lr:** es la longitud real de un tramo de tubería en metros instalada entre los dos puntos de una instalación.

Al circular un gas por una instalación interna de gas se produce una disminución de su presión, que es debida en primer lugar por la fricción del gas en las paredes de la tubería y en segundo lugar por la fricción en los diversos accesorios de esta, como son codos, tees, válvulas, etc.

Para compensar este segundo efecto de pérdida de carga y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación a la longitud real (Lr) incrementada en un 20% y esta se denomina longitud equivalente (Le).

Tenemos que para una longitud real máxima (L máx.) de tubería instalada, para la instalación de una cocina con 4 quemadores con 1 horno, más 01 Calentador de paso de 5.5 L/min, para condiciones siguientes:

Q Consumo Max: 2.082 m<sup>3</sup>/h

P salida del medidor = 25 mbar -  $\Delta P$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

P salida del medidor = 25 mbar – 0.7 mbar = 24.3 mbar

Se asume los siguientes accesorios para esta Instalación:

**Tramo A-B**, con tubería PEALPE 2025

- 01 válvula de cierre general
- Tee reductora grafada 2025x1216x1216

**Tramo B-C**, con tubería PEALPE 1216

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico
- 01 codo de 90° en PEALPE

**Tramo B-D**, con tubería PEALPE 1216

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico
- 01 codo de 90° en PEALPE

NOTA: El Procedimiento común en la construcción de una instalación interna es evitar el uso de accesorios grafados (codos) para los cambios de dirección, optándose por hacer curvas con la tubería PEALPE que es flexible y permite esta práctica, respetando el radio de giro mínimo exigido por el diámetro de la tubería e instalando un accesorio (codo) y una válvula como máximo.

### C. Sustento de Perdida de presión en accesorios

Tomamos como referencia la resistencia de accesorios típicos que indica la tabla 10 de la NTP 111.010.

k factor =	Threaded fittings†							Valves (threaded, flanged, or welded)			90° welding elbows and smooth bends‡	Welding tees	
	Elbows		Tee	Plug	Globe	Angle	Swing check	R/d§ = 1-1/2	Forged	Mitre**			
	45°	90°											
<b>n = L/D ratio††</b>	14	30	60	30	333	167	83	12	45	60			
Nominal pipe size in (Schedule 40)	Inside diameter (d) mm												
3/8	12.52	0.18	0.37	0.75	0.37	4.18	2.09	1.04	0.15	0.56	0.75		
1/2	15.80	0.22	0.47	0.94	0.47	5.27	2.64	1.29	0.19	0.17	0.94		
3/4	20.93	0.29	0.63	1.26	0.63	6.98	3.47	1.74	0.25	0.94	1.26		
1	26.64	0.37	0.80	1.60	0.80	8.87	4.45	2.22	0.32	1.20	1.60		
1-1/4	35.05	0.49	1.05	2.10	1.05	11.67	5.82	2.92	0.42	1.58	2.10		
1-1/2	40.89	0.49	1.23	2.45	1.23	13.62	6.83	3.41	0.49	1.84	2.45		
2	52.50	0.73	1.58	3.14	1.58	17.50	8.75	4.39	0.63	2.36	3.14		
2-1/2	62.71	0.88	1.88	3.75	1.88	20.88	10.45	5.21	0.75	2.82	3.75		
3	77.93	1.09	2.34	4.66	2.34	25.97	12.98	6.49	0.94	3.51	4.66		
4	102.3	1.23	3.08	6.16	3.08	34.14	17.07	8.53	1.23	4.60	6.16		
5	128.2	1.79	3.84	7.68	3.84	42.67	21.33	10.67	1.54	5.76	7.68		

Gráfico 25

De la tabla tomamos la relación siguiente:

$$n = L_e/D$$

$$n = \frac{\text{Longitud equivalente (m)}}{\text{Diámetro de accesorio (mm)}} \dots \text{Relación}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Esta relación la podemos encontrar en el libro de Robert L. Mott “MECÁNICA DE FLUIDOS”

**3.3 Longitud total del tramo de tubería (L)**

La longitud total del tramo de tubería está constituida por la longitud real del tramo, más la longitud equivalente ( $L_e$ ) de los accesorios instalados en dicho tramo. La longitud equivalente (m) de los accesorios se calculó con la Ecuación 5.

$$L_e = \frac{\left( \frac{\text{Rel. Longitud}}{\text{diámetro del tramo}} * \text{Ø interior en mm} \right)}{1000} \quad (5)$$

La longitud total (L) se compone de la longitud de los tramos rectos más la longitud equivalente de accesorios. La  $L_e$  se determina a partir de la relación longitud/diámetro para cada accesorio y se presenta en la Tabla 3 (Mott, 1996).

Tabla 3. Relación longitud / diámetro para **Accesorios de la Tubería**

Accesorio	Relación Longitud/Diámetro
Codo A 90°	30
Codo A 45°	14
TEE A 90°	60
TEE A 90°	20

Gráfico 26

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8 del Libro de Clarke L. Davidson R. (1962).

**Tabla 8 - Valores de L/D de válvulas y accesorios.**  
Fuente: CLARKE L, DAVIDSON R. (1962). Manual for Process Engineering Calculations. Mc Graw Hill.

TIPOS DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS		
<b>Válvulas</b> (datos con apertura 100%, excepto si se indica):		
• De globo:		
Convencional	asiento plano, cónico o cilíndrico / disco guiado	340/450
Forma Y tija 60°	asiento plano / disco guiado	175/145
En ángulo	asiento plano / disco guiado	145/200
• De compuerta:		
De paso total		3
Fluidos normales	apertura 100% / 75% / 50% / 25%	13/35/160/900
Fluidos pulposos	apertura 100% / 75% / 50% / 25%	17/50/260/1200
• De retención:		
De clapeta	convencional / paso total	135/50
De bola		150
• De pie con filtro:		
Con disco guiado		420
Con visagra de cuero		75
• De mariposa:		
De más de 150 mm líquidos / gases		40 /24
En ductos	ángulo 5°/30°/45°/60°	9/160/800/4800
• Espigas:		
De paso directo	paso igual al diámetro de tubo	18
De tres vías	flujo: directo / por derivación	44/140
	Pase igual al 80% del tubo	
• De Bola:	Apertura 100%	3
<b>Accesorios</b>		
• Piezas de montaje (tubo liso):		
Curvas 45°	r/d= 1/2/4/6	6/4/3/3
Curvas 90°		9/6/5/4
• Codos:		
De 90°	estándar / radio largo / radio corto	30/20/50
De 45°	estándar / radio corto	16/26
En escuadra		57
• Curva 180°:	tipo cerrado	50
• T estándar:	flujo: directo / por derivación	20/60
• Ensanchamientos: (*)	brusco ¼ estándar ½ / estándar ¾	28/8
	brusco ¼ brusco ½ / brusco ¾	35/24/8
• Reducciones: (*)	estándar ½ / estándar ¾	7/2
	brusco ½ / brusco ¾	18/14/7
• Liras de dilatación:	tubo liso	50
	tubo corrugado	100

(\*) Los valores de L/D se refieren al diámetro menor

Gráfico 27

#### D. Cálculo de longitud equivalente para los tres tramos de la instalación:

**Tramo 01 (A-B) Centro de medición hasta la Tee (56 metros), con tubería PEALPE 2025**

Accesorios:

- 01 válvula de cierre general
- Tee 2025x1216x1216

De la fórmula del gráfico 26 y el valor L/D del gráfico 27, hallamos el cálculo de longitud equivalente para la válvula:

**Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula, tipo bola PEALPE 2025 (cierre general):**

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 20 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.06 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

**Cálculo de longitud equivalente para la Tee 2025x1216x1216:**

$$L. \text{ equivalente tee reducción} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee reducción} = \left( \frac{60 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee reducción} = 0.72 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ válvula} + LE \text{ tee}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.06 \text{ m} + 0.72 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.78 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real del tramo A-B de tubería (56 metros):

$$20\% L \text{ real} = 56 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 11.2 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 11.2 \text{ m} > L \text{ equivalente x accesorios} = 0.78 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 02 (B-C) desde la Tee hasta la Cocina 04 quemadores con 01 horno (50 metros) con tubería PEALPE 1216:**

Accesorios:

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico, PEALPE 1216
- 01 codo de 90° en PEALPE 1216

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Válvula tipo bola:**

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.036 \text{ m}$$

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:**

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.36 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

L equivalente x accesorios = LE válvula + Codo 90°  
 L equivalente x accesorios = 0.036 m + 0.36 m  
 L equivalente x accesorios = 0.396 m

El 20% de la longitud real del tramo B-C de tubería (50 metros):

20% L real = 50 x 0.20  
 20% L real = 10 m  
 Entonces:

$$20\% \text{ L real} = 10 \text{ m} > \text{L equivalente x accesorios} = 0.396 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 03 (B-D) desde la Tee hasta el Calentador de paso de 5.5 L/min (43 metros)**  
con tubería PEALPE 1216:

Accesorios:

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico, PEALPE 1216
- 01 codo de 90° en PEALPE 1216

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Válvula tipo bola:**

$$\text{L. Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$\text{L. Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$\text{L. Equivalente válvula de bola} = 0.036 \text{ m}$$

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:**

$$\text{L. equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$\text{L. equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$\text{L. equivalente codo } 90^\circ = 0.36 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

L equivalente x accesorios = LE válvula + Codo 90°  
 L equivalente x accesorios = 0.036 m + 0.36 m  
 L equivalente x accesorios = 0.396 m

El 20% de la longitud real del tramo B-C de tubería (43 metros):

20% L real = 43 x 0.20  
 20% L real = 8.6 m

Entonces:

$$20\% \text{ L real} = 8.6 \text{ m} > \text{L equivalente x accesorios} = 0.396 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

#### 9.4. Cálculo de Caída de Presión

##### 9.4.1 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto B, con longitud de 56 m, con tubería PEALPE 2025 (tramo A-B)

20% L real = 11.2 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times Le \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (56+11.2) \times (2.082)^{1.82} \times (20)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 1.898 \text{ mbar}$$

##### 9.4.2 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto C, con longitud de 50 m, con tubería PEALPE 1216 (tramo B-C)

20% L real = 10 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times Le \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 22,759 \times 0.61 \times (50+10) \times (0.996)^{1.82} \times (12)^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 5.194 \text{ mbar}$$

##### 9.4.3 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto D, con longitud de 43 m, con tubería PEALPE 1216 (tramo B-D)

20% L real = 8.6 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times Le \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 22,759 \times 0.61 \times (43+8.6) \times (1.086)^{1.82} \times (12)^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 5.233 \text{ mbar}$$

#### 9.5. Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.

##### 9.5.1 Cálculo de presión en el punto C (Cocina 4 quemadores y horno)

$$\text{Presión (C)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(C) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión (C)} = 24.3 - [1.898 + 5.194]$$

$$\text{Presión (C)} = 17.21 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

##### 9.5.2 Cálculo de presión en el punto D (Calentador de paso de 5.5 L/min)

$$\text{Presión (D)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(D) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión(D)} = 24.3 - [1.898 + 5.233]$$

$$\text{Presión (D)} = 17.17 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

### 9.6 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

#### 9.6.1 Cálculo de velocidad en el punto B

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 2.082}{20^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 1.84 \text{ m/s}$$

#### 9.6.2 Cálculo de velocidad en el punto C (Cocina 4 quemadores y horno)

$$V_{(C)} = \frac{365.5 \times 0.996}{12^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(C) = 2.45 \text{ m/s}$$

#### 9.6.3 Cálculo de velocidad en el punto D (Calentador de paso de 5.5 L/min)

$$V_{(D)} = \frac{365.5 \times 1.086}{12^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(D) = 2.67 \text{ m/s}$$

### 9.7 Plantilla de Calculo

Tramo	CALCULOS DE LA RED INTERNA (PE-AL-PE) - RENOARD LINEAL											Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final	
	P (Kw)	LR(m)	Q(M3/h)	Codos 90	Valvula	Tes a 180	Tes a 90	L(Equi) (m)	D (nominal)	D(mm)	Pi (mbar)				Pf (mbar)
CM- T1 (A-B)	11.00	56.00	2.082	0	1	1	1	67.20	(20-25)	20.00	24.30	22.40	1.84	1.898	22.40
TEE2-COCINA (B-C)	11.00	50.00	0.996	1	1	0	0	60.00	(12-16)	12.00	22.40	17.21	2.45	5.194	17.21
TEE2-CAL (B-D)	12.00	43.00	1.086	1	1	0	0	51.60	(12-16)	12.00	22.40	17.17	2.67	5.233	17.17

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

## 10. CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN INTERNA TÍPICA X (FISE)

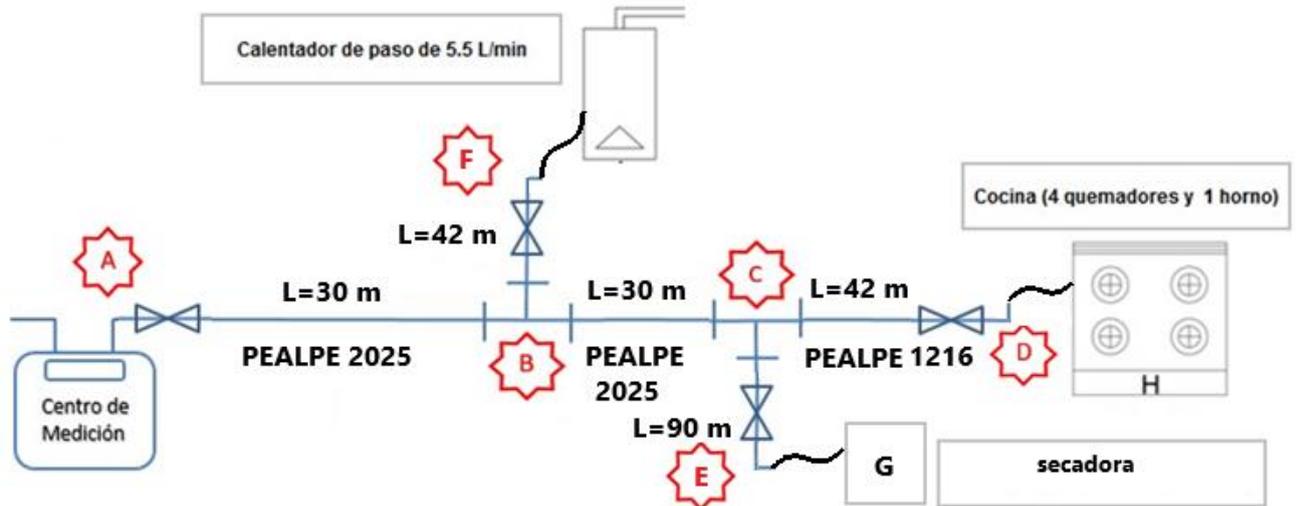


Gráfico 28- Configuración de la instalación interna de tres puntos de consumo

Esta configuración típica es para los siguientes gasodomésticos:

- Cocina (4 quemadores y 1 horno)
- Calentador de paso de 5.5 L/min
- Secadora

### 10.1.- Materiales para la instalación interna

Ítem	Material
1	Conector para medidor de gas 2025 x Tuerca Universal G ¾"
2	Válvula bola 2025 Pe-Al-Pe
3	Tubería Pe-Al-Pe 2025
4	Tee reductora 2025x2025x1216 grafada
5	Tubería Pe-Al-Pe 1216 (tramo: Tee - gasodoméstico)
6	Válvula bola 1216 Pe-Al-Pe
7	Adaptador Codo 90° 1/2 NPT Hembra x 1216 grafado
8	Conector (Manguera Flexible)
9	Tubería Pe-Al-Pe 1216 (tramo: Tee-cocina)
10	Tee 2025x1216x1216 grafada
11	Tubería Pe-Al-Pe 1216 (tramo: Tee - gasodoméstico)

	<b>CÓDIGO:</b>	SD-G-12
	<b>NOMBRE:</b>	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	<b>VERSIÓN</b>	1

## 10.2 Datos de Diseño

Material y Tipo de Tubería	PEALPE 2025 y 1216			
	D	E	F	TOTAL
Gasodomésticos	Cocina (4quemadores y 1 horno)	Secadora	Calentador de paso de 5.5 L/min	
Potencia (kw)	11 kw	7.2 kw	12 kw	30,20 kw
Caudal (m3/hora)	0,996 m3/hora	0,652 m3/hora	1,086 m3/hora	2,734 m3/hora
<b>PARAMETROS DE DISEÑO</b>				
<b>PARAMETROS</b>	<b>CANTIDAD</b>		<b>UNIDADES</b>	
Presión de Distribución	5,5		barg	
Presión Mínima en la Red de Distribución	2		barg	
Presión máxima admisible de operación (MAPO) en la Instalación	25		mbarg	
Regulador R4 UPSO Pres. Regulada	25		mbarg	
Caída de Presión en el Medidor G 4 ( $\Delta P$ )	0.5		mbarg	
Presión de Salida del Medidor	24.5		mbarg	
Presión de uso de Artefacto a Gas (Min, Max)	17 - 25		mbarg	
Poder Calorífico Superior (*)	9500		Kcal/m3	
Velocidad Máxima en la Red Interna	40		m/s	
Densidad de Gas Natural Seco	0,61			
Factor de Seguridad	1			
Factor de Simultaneidad	1			
Factor de Longitud Equivalente	20%			
Diámetro Interior	20 y 12		mm	
Medidor G 4, Q máx. de medición	6		m3/hora	

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 10.3 Sustento para el Cálculo de caída de Presión

Cálculo de la caída de presión por tramos - NTP 111.011.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82} \text{ Ec. Renouard}$$

Esta ecuación se aplica a instalaciones con presión de operación de 25 mbar.

**Donde:**

$\Delta P$	Pérdida de presión (mbar)
d	Densidad relativa del gas natural seco
$L_e$ (*)	Longitud Equivalente (m)
Q	Caudal a condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
D	Diámetro (mm)

#### A. Sustento Caída de Presión en el Medidor ( $\Delta P$ )

Debido a que se tiene un caudal mayor al máximo valor de medida del medidor G1.6, que es 2.5 m<sup>3</sup>/h, se usará el medidor G4, de mayor capacidad, que tiene un caudal máximo de 6 m<sup>3</sup>/hora.

La curva de caída de presión del medidor está indicada en el grafico 29, que se considera tomar como dato referencial.

### CURVA DE PÉRDIDA DE PRESIÓN

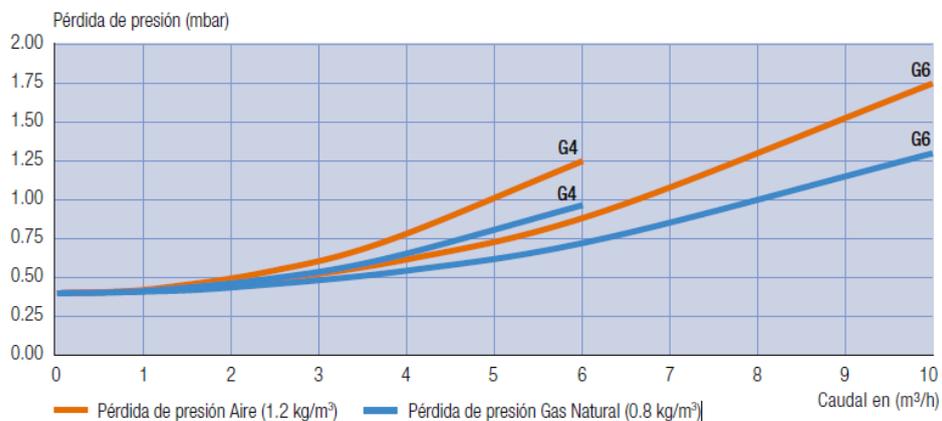


Gráfico 29

Del Grafico 29 tenemos el valor estimado de perdida de presión en el medidor:

Caudal = 2.734 m<sup>3</sup>/h

Caída de Presión  $\Delta P = 0.5$  mbar

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN:</b>	<b>1</b>

## B. Sustento Longitud equivalente Le

$$Le=Lr \times 1.20$$

Donde:

**Lr:** es la longitud real de un tramo de tubería en metros instalada entre los dos puntos de una instalación.

Al circular un gas por una instalación interna de gas se produce una disminución de su presión, que es debida en primer lugar por la fricción del gas en las paredes de la tubería y en segundo lugar por la fricción en los diversos accesorios de esta, como son codos, tees, válvulas, etc.

Para compensar este segundo efecto de pérdida de carga y simplificar los cálculos, se toma como longitud del tramo de la instalación a la longitud real (Lr) incrementada en un 20% y esta se denomina longitud equivalente (Le).

Tenemos que para una longitud real máxima (L máx.) de tubería instalada, para la instalación de una cocina con 4 quemadores con 1 horno, más 01 secadora y 01 Calentador de paso de 5.5 L/min, para condiciones siguientes:

Q Consumo Max: 2.734 m<sup>3</sup>/h

P salida del medidor = 25 mbar - ΔP

P salida del medidor = 25 mbar – 0.5 mbar = 24.5 mbar

Se asume los siguientes accesorios para esta Instalación:

**Tramo A-B,** con tubería PEALPE 2025

- 01 válvula de cierre general
- Tee reductora grafada 2025x2025x1216

**Tramo B-C,** con tubería PEALPE 2025

- Tee reductora grafada 2025x1216x1216

**Tramo C-D,** con tubería PEALPE 1216

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico
- 01 codo de 90° en PEALPE

**Tramo C-E,** con tubería PEALPE 1216

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico
- 01 codo de 90° en PEALPE

**Tramo B-F,** con tubería PEALPE 1216

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico
- 01 codo de 90° en PEALPE

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### C. Sustento de Pérdida de presión en accesorios

Tomamos como referencia la resistencia de accesorios típicos que indica la tabla 10 de la NTP 111.010.

k factor =	Threaded fittings†							Valves (threaded, flanged, or welded)			90° welding elbows and smooth bends‡	Welding tees	
	Elbows		Tee	Plug	Globe	Angle	Swing check	R/d <sub>g</sub> = 1-1/2	Forged	Mitre**			
	45°	90°											
<b>n = L/D ratio†† =</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>333</b>	<b>167</b>	<b>83</b>	<b>12</b>	<b>45</b>	<b>60</b>			
Nominal pipe size in (Schedule 40)	Inside diameter (d) mm												
3/8	12.52	0.18	0.37	0.75	0.37	4.18	2.09	1.04	0.15	0.56	0.75		
1/2	15.80	0.22	0.47	0.94	0.47	5.27	2.64	1.29	0.19	0.71	0.94		
3/4	20.93	0.29	0.63	1.26	0.63	6.98	3.47	1.74	0.25	0.94	1.26		
1	26.64	0.37	0.80	1.60	0.80	8.87	4.45	2.22	0.32	1.20	1.60		
1-1/4	35.05	0.49	1.05	2.10	1.05	11.67	5.82	2.92	0.42	1.58	2.10		
1-1/2	40.89	0.49	1.23	2.45	1.23	13.62	6.83	3.41	0.49	1.84	2.45		
2	52.50	0.73	1.58	3.14	1.58	17.50	8.75	4.39	0.63	2.36	3.14		
2-1/2	62.71	0.88	1.88	3.75	1.88	20.88	10.45	5.21	0.75	2.82	3.75		
3	77.93	1.09	2.34	4.66	2.34	25.97	12.98	6.49	0.94	3.51	4.66		
4	102.3	1.23	3.08	6.16	3.08	34.14	17.07	8.53	1.23	4.60	6.16		
5	128.2	1.79	3.84	7.68	3.84	42.67	21.33	10.67	1.54	5.76	7.68		

Gráfico 30

De la tabla tomamos la relación siguiente:

$$n = L_e/D$$

$$n = \frac{\text{Longitud equivalente (m)}}{\text{Diámetro de accesorio (mm)}} \dots \text{Relación}$$

Esta relación la podemos encontrar en el libro de Robert L. Mott “MECÁNICA DE FLUIDOS”

**3.3 Longitud total del tramo de tubería (L)**

La longitud total del tramo de tubería está constituida por la longitud real del tramo, más la longitud equivalente ( $L_e$ ) de los accesorios instalados en dicho tramo. La longitud equivalente (m) de los accesorios se calculó con la Ecuación 5.

$$L_e = \frac{\left( \frac{\text{Rel. Longitud}}{\text{diámetro del tramo}} * \text{Ø interior en mm} \right)}{1000} \quad (5)$$

La longitud total (L) se compone de la longitud de los tramos rectos más la longitud equivalente de accesorios. La  $L_e$  se determina a partir de la relación longitud/diámetro para cada accesorio y se presenta en la Tabla 3 (Mott, 1996).

Tabla 3. Relación longitud / diámetro para **Accesorios de la Tubería**

Accesorio	Relación Longitud/Diámetro
Codo A 90°	30
Codo A 45°	14
TEE A 90°	60
TEE A 90°	20

Gráfico 31

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

Para el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas tipo bola tomamos el valor citado en la tabla 8 del Libro de Clarke L. Davidson R. (1962).

**Tabla 8 - Valores de L/D de válvulas y accesorios.**  
Fuente: CLARKE L., DAVIDSON R. (1962). Manual for Process Engineering Calculations. Mc Graw Hill.

TIPOS DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS		
<b>Válvulas</b> (datos con apertura 100%, excepto si se indica):		
• De globo:		
Convencional	asiento plano, cónico o cilíndrico / disco guiado	340/450
Forma Y tija 60°	asiento plano / disco guiado	175/145
En ángulo	asiento plano / disco guiado	145/200
• De compuerta:		
De paso total		3
Fluidos normales	apertura 100% / 75% / 50% / 25%	13/35/160/900
Fluidos pulposos	apertura 100% / 75% / 50% / 25%	17/50/260/1200
• De retención:		
De clapeta	convencional / paso total	135/50
De bola		150
• De pie con filtro:		
Con disco guiado		420
Con visagra de cuero		75
• De mariposa:		
De más de 150 mm líquidos / gases		40 /24
En ductos	ángulo 5°/30°/45°/60°	9/160/800/4800
• Espigas:		
De paso directo	paso igual al diámetro de tubo	18
De tres vías	flujo: directo / por derivación	44/140
	Pase igual al 80% del tubo	
• De Bola:	Apertura 100%	3
<b>Accesorios</b>		
• Piezas de montaje (tubo liso):		
Curvas 45°	r/d= 1/2/4/6	6/4/3/3
Curvas 90°		9/6/5/4
• Codos:		
De 90°	estándar / radio largo / radio corto	30/20/50
De 45°	estándar / radio corto	16/26
En escuadra		57
• Curva 180°:	tipo cerrado	50
• T estándar:	flujo: directo / por derivación	20/60
• Ensanchamientos: (*)	brusco ¼ estándar ½ / estándar ¾	28/8
	brusco ¼ brusco ½ / brusco ¾	35/24/8
• Reducciones: (*)	estándar ½ / estándar ¾	7/2
	brusco ½ / brusco ¾	18/14/7
• Liras de dilatación:	tubo liso	50
	tubo corrugado	100

(\*) Los valores de L/D se refieren al diámetro menor

Gráfico 32

#### D. Cálculo de longitud equivalente para los tres tramos de la instalación: Tramo 01 (A-B) Centro de medición hasta la Tee 1 (30 metros), con tubería PEALPE 2025

Accesorios:

- 01 válvula de cierre general
- Tee 2025x2025x1216

De la fórmula del gráfico 31 y el valor L/D del gráfico 32, hallamos el cálculo de longitud equivalente para la válvula:

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

**Cálculo de longitud equivalente para 01 válvula, tipo bola PEALPE 2025 (cierre general):**

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 20 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.06 \text{ m}$$

**Cálculo de longitud equivalente para la Tee 1 (2025x2025x1216):**

$$L. \text{ equivalente tee reducción} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee reducción} = \left( \frac{60 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee reducción} = 0.72 \text{ m}$$

**Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:**

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ válvula} + LE \text{ tee}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.06 \text{ m} + 0.72 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.78 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real del tramo A-B de tubería (30 metros):

$$20\% L \text{ real} = 30 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 6 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 6 \text{ m} > L \text{ equivalente x accesorios} = 0.78 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 02 (B-C) desde la Tee 1 hasta la Tee 2 (30 metros), con tubería PEALPE 2025:**

Accesorios:

- Tee 2025x1216x1216

**Cálculo de longitud equivalente para la Tee 2 (2025x1216x1216):**

$$L. \text{ equivalente tee reducción} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee reducción} = \left( \frac{60 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente tee reducción} = 0.72 \text{ m}$$

**Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:**

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ tee}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.72 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

El 20% de la longitud real del tramo B-C de tubería (30 metros):

$$20\% L \text{ real} = 30 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 6 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 6 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.72 \text{ m}$$

Con este resultado consideramos suficiente el 20% como factor de equivalencia.

**Tramo 03 (C-D) desde la Tee 2, hasta la Cocina de 4 quemadores con horno (42 metros), con tubería PEALPE 1216:**

Accesorios:

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico, PEALPE 1216
- 01 codo de 90° en PEALPE 1216

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Válvula tipo bola:**

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.036 \text{ m}$$

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:**

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.36 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = LE \text{ válvula} + \text{Codo } 90^\circ$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.036 \text{ m} + 0.36 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.396 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real del tramo C-D de tubería (42 metros):

$$20\% L \text{ real} = 42 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 8.4 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 8.4 \text{ m} > L \text{ equivalente} \times \text{accesorios} = 0.396 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

**Tramo 04 (C-E) desde la Tee 2, hasta el secador (90 metros), con tubería PEALPE 1216:**

Accesorios:

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico, PEALPE 1216
- 01 codo de 90° en PEALPE 1216

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Válvula tipo bola:**

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.036 \text{ m}$$

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:**

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.36 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ válvula} + \text{Codo } 90^\circ$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.036 \text{ m} + 0.36 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.396 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real del tramo C-E de tubería (90 metros):

$$20\% L \text{ real} = 90 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 18 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 18 \text{ m} > L \text{ equivalente x accesorios} = 0.396 \text{ m}$$

**Tramo 05 (B-F) desde la Tee 1, hasta el Calentador de paso de 5.5 L/min (42 metros), con tubería PEALPE 1216:**

Accesorios:

- 01 válvula para el punto del Gasodoméstico, PEALPE 1216
- 01 codo de 90° en PEALPE 1216

**Cálculo de longitud equivalente para 01 Válvula tipo bola:**

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = \left( \frac{3 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right) \times 1$$

$$L. \text{ Equivalente válvula de bola} = 0.036 \text{ m}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

#### **Cálculo de longitud equivalente para 01 Codo 90°:**

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{n \times \phi \text{ tubería}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = \left( \frac{30 \times 12 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$L. \text{ equivalente codo } 90^\circ = 0.36 \text{ m}$$

Comparando con el 20% asumido para el cálculo, con la longitud equivalente de los accesorios:

$$L \text{ equivalente x accesorios} = LE \text{ válvula} + \text{Codo } 90^\circ$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.036 \text{ m} + 0.36 \text{ m}$$

$$L \text{ equivalente x accesorios} = 0.396 \text{ m}$$

El 20% de la longitud real del tramo B-F de tubería (42 metros):

$$20\% L \text{ real} = 42 \times 0.20$$

$$20\% L \text{ real} = 8.4 \text{ m}$$

Entonces:

$$20\% L \text{ real} = 8.4 \text{ m} > L \text{ equivalente x accesorios} = 0.396 \text{ m}$$

### **10.4. Cálculo de Caída de Presión**

#### **10.4.1 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto B, con longitud de 30 m, con tubería PEALPE 2025 (tramo A-B)**

20% L real = 6 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P = 22,759 \times d \times L_e \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 22,759 \times 0.61 \times (30+6) \times (2.733)^{1.82} \times (20)^{-4.82}$$

$$\Delta P(B) = 1.669 \text{ mbar}$$

#### **10.4.2 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto C, con longitud de 30 m, con tubería PEALPE 2025 (tramo B-C)**

20% L real = 6 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P(C) = 22,759 \times 0.61 \times (30+6) \times (1.647)^{1.82} \times (20)^{-4.82}$$

$$\Delta P(C) = 0.664 \text{ mbar}$$

#### **10.4.3 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto D, con longitud de 42 m, con tubería PEALPE 1216 (tramo C-D)**

20% L real = 8.4 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P(D) = 22,759 \times 0.61 \times (42+8.4) \times (0.996)^{1.82} \times (12)^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 4.363 \text{ mbar}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

#### 10.4.4 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto E, con longitud de 90 m, con tubería PEALPE 1216 (tramo C-E)

20% L real = 18 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P(D) = 22,759 \times 0.61 \times (90+18) \times (0.652)^{1.82} \times (12)^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 4.323 \text{ mbar}$$

#### 10.4.5 Cálculo de caída de presión $\Delta P$ en el punto F, con longitud de 42 m, con tubería PEALPE 1216 (tramo B-F)

20% L real = 8.4 m, se considera suficiente el 20% como factor de equivalencia.

$$\Delta P(D) = 22,759 \times 0.61 \times (42+8.4) \times (1.086)^{1.82} \times (12)^{-4.82}$$

$$\Delta P(D) = 5.111 \text{ mbar}$$

### 10.5. Cálculo de Presión a la entrada del Gasodoméstico.

#### 10.5.1 Cálculo de presión en el punto D (Cocina 4 quemadores y horno)

$$\text{Presión (D)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(C) \text{ Presión} + \Delta P(D) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión (D)} = 24.5 - [1.669 + 0.664 + 4.363]$$

$$\text{Presión (D)} = 17.80 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

#### 10.5.2 Cálculo de presión en el punto E (Secador)

$$\text{Presión (E)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(C) \text{ Presión} + \Delta P(E) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión (E)} = 24.5 - [1.669 + 0.664 + 4.323]$$

$$\text{Presión (E)} = 17.84 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

#### 10.5.3 Cálculo de presión en el punto F (Calentador de paso de 5.5 L/min)

$$\text{Presión (F)} = \text{Presión (A)} - [\Delta P(B) \text{ Presión} + \Delta P(F) \text{ Presión}]$$

$$\text{Presión (F)} = 24.5 - [1.669 + 5.111]$$

$$\text{Presión (F)} = 17.72 \text{ mbar} \text{ ..... Aprobado}$$

	CÓDIGO:	SD-G-12
	NOMBRE:	MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL
	VERSIÓN	1

### 10.6 Cálculo de la Velocidad de circulación de gas.

$$V = \frac{365.5 \times Q}{D^2 \times P}$$

Donde:

Q	Caudal en condiciones estándar (m <sup>3</sup> /hora)
P	Presión absoluta en el punto (Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Diámetro de la tubería (mm)
V	Velocidad lineal (m/s)

#### 10.6.1 Cálculo de velocidad en el punto B

$$V_{(B)} = \frac{365.5 \times 2.733}{20^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(B) = 2.41 \text{ m/s}$$

#### 10.6.2 Cálculo de velocidad en el punto C

$$V_{(C)} = \frac{365.5 \times 1.647}{20^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(C) = 1.45 \text{ m/s}$$

#### 10.6.3 Cálculo de velocidad en el punto D (Cocina 4 quemadores y horno)

$$V_{(D)} = \frac{365.5 \times 0.996}{12^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(D) = 2.45 \text{ m/s}$$

#### 10.6.4 Cálculo de velocidad en el punto E (Secadora)

$$V_{(E)} = \frac{365.5 \times 0.652}{12^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(E) = 1.60 \text{ m/s}$$

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

### 10.6.5 Cálculo de velocidad en el punto F (Calentador de paso de 5.5 L/min)

$$V_{(F)} = \frac{365.5 \times 1.086}{12^2 \times \left(1 + \left(\frac{18.156}{1000}\right)\right) \times 1.01972}$$

$$V(F) = 2.67 \text{ m/s}$$

### 10.7 Plantilla de Calculo

CALCULOS DE LA RED INTERNA (PE-AL-PE) - RENOARD LINEAL															
Tramo	P (Kw)	LR(m)	Q(M3/h)	Codos 90	Valvula	Tes a 180	Tes a 90	L(Equi) (m)	D (nominal)	D(mm)	Pi (mbar)	Pf (mbar)	Velocidad (m/s)	Δp (mbar)	Presión Final
CM- TEE (A-B)	30.20	30.00	2.733	0	1	1	1	36.00	(20-25)	20.00	24.50	22.83	2.41	1.669	22.83
TEE1-TEE2 (B-C)	18.20	30.00	1.647	0	0	1	1	36.00	(20-25)	20.00	22.83	22.17	1.45	0.664	22.17
TEE2-COCINA (C-D)	11.00	42.00	0.996	1	1	0	0	50.40	(12-16)	12.00	22.17	17.80	2.45	4.363	17.80
TEE2-SECADORA (C-E)	7.20	90.00	0.652	1	1	0	0	108.00	(12-16)	12.00	22.17	17.84	1.60	4.323	17.84
TEE1-CAL (B-F)	12.00	42.00	1.086	1	1	0	0	50.40	(12-16)	12.00	22.83	17.72	2.67	5.111	17.72

## 11. PLANILLA RESUMEN DE CÁLCULOS REALIZADOS

	GASES DEL PACIFICO	Material Tubería	Diametro	Caida de Presión en medidor (mbar)	Puntos y Equipos de Consumo	Longitud max. (metros)	Presion salida (mbar)	Velocidad (m/s)
Version Actualizada (17 - 25 mbar)	INSTALACIÓN INTERNA TIPICA I	PE-AL-PE	TRAMO A-B: 14 18	0.3	1 PUNTO B: Cocina de 4Q+Horno	A - B = 150 m	17.29	1.86
	INSTALACIÓN INTERNA TIPICA II	PE-AL-PE	TRAMO A-B: 14 18	0.7	2 PUNTOS C: Cocina de 4Q+Horno D: Terma de paso 5.5 litros/min	A - B = 35 m	17.04	3.74
			TRAMO B-C: 14 18			B - C = 13 m		1.37
			TRAMO C-D: 14 18			B - D = 10		1.96
	INSTALACIÓN INTERNA TIPICA III	PE-AL-PE	TRAMO A-B: 14 18	0.5	2 PUNTOS C: Cocina de 4Q+Horno D: Terma de paso 10 litros/min	A - B = 21 m	17.35	4.71
			TRAMO B-C: 14 18			B - C = 22 m		1.79
			TRAMO C-D: 14 18			B - D = 10 m		1.92
	INSTALACIÓN INTERNA TIPICA IV	PE-AL-PE	TRAMO A-B: 14 18	0.3	1 PUNTO B: Cocina de 6Q+Horno	A - B = 96 m	17.34	2.27
	INSTALACIÓN INTERNA TIPICA V	PE-AL-PE	TRAMO A-B: 16 20	0.5	2 PUNTOS C: Cocina de 4Q+Horno D: Terma de paso 10 litros/min	A - B = 40 m	17.35	3.61
			TRAMO B-C: 14 18			B - C = 22 m		1.79
TRAMO C-D: 14 18			B - D = 10 m			2.92		
INSTALACIÓN INTERNA TIPICA VI	PE-AL-PE	TRAMO A-B: 16 20	0.9	2 PUNTOS C: Cocina de 6Q+Horno D: Terma de paso 5.5 litros/min	A - B = 42 m	17.12	3.24	
		TRAMO B-C: 14 18			B - C = 23 m		2.28	
		TRAMO C-D: 14 18			B - D = 31 m		1.95	
INSTALACIÓN INTERNA TIPICA VII	PE-AL-PE	TRAMO A-B: 16 20	0.5	2 PUNTOS C: Cocina de 6Q+Horno D: Terma de paso 10 litros/min	A - B = 32 m	17.17	3.98	
		TRAMO B-C: 14 18			B - C = 20 m		2.28	
		TRAMO C-D: 14 18			B - D = 13 m		2.93	
INSTALACIÓN INTERNA TIPICA VIII	PE-AL-PE	TRAMO A-B: 20 25	0.3	1 PUNTO (CM - RED) C: Cocina de 4Q+Horno	A - B = 35 m	17.11	0.88	
		TRAMO B-C: 12 16			B - C = 70 m		2.45	
		TRAMO A-B: 20 25			A - B = 56 m		22.40	1.84
INSTALACIÓN INTERNA TIPICA IX	PE-AL-PE	TRAMO B-C: 12 16	0.7	2 PUNTOS (CM - RED) C: Cocina de 4Q+Horno D: Terma de paso 5.5 litros/min	B - C = 50 m	17.21	2.45	
		TRAMO C-D: 12 16			B - D = 43 m		2.67	
		TRAMO A-B: 20 25			A - B = 30 m		22.83	2.41
INSTALACIÓN INTERNA TIPICA X	PE-AL-PE	TRAMO B-C: 20 25	0.5	TEE1-TEE2 D: Cocina de 4Q+Horno E: Secadora de Ropa 18 libras F: Terma de paso 5.5 litros/min	B - C = 30 m	17.80	1.45	
		TRAMO C-D: 12 16			C - D = 42 m		2.45	
		TRAMO C-E: 12 16			C - E = 90 m		17.84	1.60
		TRAMO B-F: 12 16			B - F = 42 m		17.72	2.67

	<b>CÓDIGO:</b>	<b>SD-G-12</b>
	<b>NOMBRE:</b>	<b>MEMORIA DE CALCULO DE CONFIGURACIONES DE INSTALACIONES INTERNAS TÍPICAS DE GAS NATURAL</b>
	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>

#### **IV CONCLUSIÓN**

- Se Sustentó la estimación del 20% de la longitud real de cada tramo como equivalente a la perdida de carga producida por los accesorios típicos instalados en una Instalación Interna Típica Residencial.
- Para las Instalaciones típicas Internas sustentadas en esta memoria de cálculo, se debe asumir como las distancias máximas, para los tramos dentro de cada Configuración de Instalación Interna Típica sustentada en este documento.
- La Caída de Presión producida por el Medidor modelo G 1.6, será iguala 1 mbar a flujo máximo 2.5 m<sup>3</sup>/h.
- La Caída de Presión producida por el Medidor modelo G 4, será iguala 0.95 mbar a flujo máximo 6 m<sup>3</sup>/h.