

"PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR SISTEMAS DE TUBERIA PARA GASES COMBUSTIBLES"1.0 ALCANCE

Esta publicación tiene como objetivo el presentar un procedimiento simplificado para calcular los diámetros de tubería para sistemas típicos de distribución de gases combustibles (natural y L.P.) dentro de plantas industriales, sin las complicaciones de métodos muy sofisticados de redes (networks), y que proporcionen resultados confiables para poder hacer instalaciones en base a ellos.

2.0 BASES DEL PROCEDIMIENTO.

- 2.1 Las bases de este procedimiento están de acuerdo con las disposiciones del Estándar Z83.1 de la American Gas Association, Para la Instalación de Tubería y Equipos de Gas en Areas Industriales.
- 2.2 La presión máxima del gas de entrada será de 125 psig (8.8kg/cm<sup>2</sup>)
- 2.3 El rango de pesos específicos del gas es de 0.5 a 2.0 (aire=1.0)
- 2.4 El diámetro máximo de tubería será de 12"Ø.
- 2.5 La tubería cédula 40 en los diámetros, hasta 12"Ø es aceptable sin cálculo hasta 125 psig (8.8 kg/cm<sup>2</sup>). Arriba de esta presión ó el uso de espesores menores se deberán verificar mediante cálculo según las fórmulas de código ANSI B31.1.
- 2.6 La tubería considerada en las fórmulas y tablas es de acero al carbón.
- 2.7 Para efectos de este procedimiento simplificado de cálculo no será necesario, en tuberías menores de 4"Ø, considerar las longitudes equivalentes de; conexiones, válvulas, derivaciones, etc.
- 2.8 La caída de presión de diseño para el sistema de tuberías desde el punto de suministro de gas hasta el punto de alimentación del equipo más lejano, considerando el flujo máximo de gas no deberá ser mayor de un 10% de la presión manométrica inicial ( $p_1$ ) en el punto de suministro para presiones iniciales arriba de 1 psig. Para presiones iniciales menores de 1psig la caída de presión (h) no deberá ser mayor de 0.5 osig (onzas por pulgada cuadrada).
- 2.9 Donde las condiciones de diseño sean tales que se pueda tolerar una caída de presión mayor del 10% de  $p_1$  desde el punto de suministro de gas hasta el equipo más lejano, a las condiciones de flujo máximo, el calculista deberá utilizar su criterio para obtener resultados conservadores.

### 3.0 TEORIA

3.1 La fórmula empírica que se utiliza en este procedimiento es la de Spitzglass. Todas las fórmulas empíricas se basan en resultados experimentales sobre rangos de flujos con diferentes diámetros de tuberías y diferentes rugosidades interiores de tuberías.

Se escogió la fórmula de Spitzglass por dar resultados conservadores que cubren el deterioro del interior de la tubería y consecuentemente el incremento en rugosidad interna a través del tiempo. La diferencia más notable entre las diferentes fórmulas es la evaluación del coeficiente de fricción (f). La rugosidad efectiva que utiliza la fórmula de Spitzglass considera hasta 10 veces la rugosidad de una tubería limpia y nueva.

Las constantes que se utilizan en la fórmula de Spitzglass son:

$$\text{Presión base } (p_b) = 14.73 \text{ psia}$$

$$\text{Temperatura base } (t_b) = 520^\circ\text{F absolutos}$$

$$\text{Temperatura de flujo } (t_f) = 520^\circ\text{F absolutos.}$$

#### NOMENCLATURA:

Q = Flujo a 60°F en piés cúbicos por hora (pch)

$p_1$  = Presión de entrada ó inicial (psia)

$p_2$  = Presión de salida (psia).

$\Delta P = (p_1 - p_2)$  caída de presión en psi.

$p_c = (p_1 + p_2)/2$  presión promedio en el sistema.

s = Peso específico del gas (base aire= 1.0)

L = Longitud total equivalente de tubería en piés.

d = Diámetro interior de la tubería en pulgs.

$$K = \left( \frac{d^5}{1 + (3.6/d) + (0.03d)} \right)^{0.5}$$

psia = 14.7 + psig

h = Caída de presión en pulgadas columna de agua ("C.A.)

FORMULA SPITZGLASS PARA PRESIONES ( $p_1$ ) MAYORES DE 1 psig:

$$F1: \quad Q = 3,415K \sqrt{\frac{p_1^2 - p_2^2}{s L}}$$

ó expresada en otra forma,

$$F2: \quad \Delta P = \frac{s L Q^2}{2,333 \times 10^4 p_c K^2}$$

FORMULA SPITZGLASS PARA PRESIONES ABAJO DE 1 psig:

$$F3: \quad Q = 3,550 K \sqrt{\frac{h}{s L}}$$

6

$$F4: \quad h = \frac{s L Q^2}{126 \times 10^5 K^2}$$

### 3.2 LONGITUD EQUIVALENTE:

Una instalación de tubería de gas consiste de; tubería recta, curvas, codos, tes, válvulas y otros accesorios que causan obstrucción al flujo de gas. Por esta razón es necesario tomar en consideración la resistencia al flujo de las conexiones y accesorios en la línea, además de la tubería recta. La práctica común es expresar la pérdida de presión a través de una conexión ó de un accesorio como la longitud de tubería recta que causa una caída de presión equivalente. A esta longitud de tubería recta se le llama longitud equivalente y es la que se toma para cálculo por conveniencia. De esta forma todas las conexiones y válvulas se convierten a su longitud equivalente de tubería y esta longitud equivalente de tubería se suma a la longitud de tubería real para así obtener la longitud total equivalente del sistema, que es la que se utiliza para entrar a las fórmulas y tablas para cálculo.

Las longitudes equivalentes de conexiones y válvulas más comunes para diferentes diámetros se presentan en la tabla D1 en la sección 4.0 de esta publicación.

### 3.3 PROCEDIMIENTO PARA CALCULO.

El procedimiento simplificado para cálculo que se explica en la sección 4.0, hace uso de tablas D2 a D8 las cuales están basadas en las fórmulas de Spitzglass. En caso de requerirse mayor exactitud en los cálculos ó de presentarse condiciones no contempladas en las tablas, se utilizarán las fórmulas presentadas, siguiendo el mismo patrón de cálculo general que cuando se utilizan tablas.

Con las fórmulas también es posible hacer cálculos más rigurosos, si el caso lo ameritara. Con el uso de las fórmulas también es posible obtener soluciones computarizadas.

Para los cálculos de tuberías de gas de baja presión (abajo de 2 psig) en sistemas de combustión para hornos y calderas la Tabla D1 es muy útil. También se pueden utilizar las fórmulas F3 y F4 si se requiere mayor exactitud.

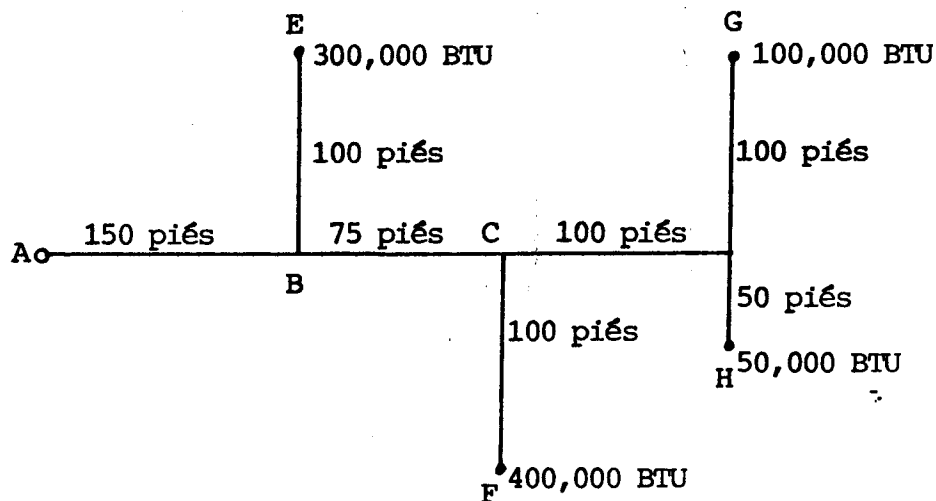
### PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE SISTEMAS INDUSTRIALES DE TUBERIA DE GAS

El siguiente método simplificado puede ser utilizado para dimensionar sistemas de tubería de gas en plantas industriales:

1. Determinar, por medición, la longitud del sistema de tubería desde la localización del medidor de gas hasta la salida más remota - del sistema; esta será la única longitud utilizada para calcular el sistema de tubería. No es necesario considerar las longitudes equivalentes de conexiones de tuberías menores de 4"Ø.
2. Determine la demanda de gas para cada salida en el sistema de tuberías. Si la demanda está dada en BTU's, divida la demanda total en Btu's por el poder calorífico alto del gas (en Btu's) por pié cúbico para obtener la demanda para cada salida en piés cúbicos por hora.
3. Determine el volumen de gas en piés cúbico por hora que fluye en cada sección y salida del sistema de tuberías.
4. Utilizando la longitud de tubería determinada en el paso 1, y el volumen de gas (en piés cúbicos por hora) fluyendo en cada sección y salida determinados en el paso 3, dimensione el sistema de tuberías utilizando la tablas apropiadas de este apéndice.

#### EJEMPLOS

1. Determinar el tamaño de tubería requerido para cada sección y salida del sistema de tubería que se presenta a continuación. el gas que se utilizará tiene una gravedad específica de 0.6 y un poder calorífico alto de 1000 Btu por pié cúbico. El gas se entregará a una presión de 8" columna de agua (C.A), con una caída máxima de presión permisible de 0.5" C.A. en el sistema de tubería.



SOLUCION #1

La distancia a la salida más remota (G) desde el medidor (A) es de 425pies. Se formula la siguiente tabla, mostrando los volúmenes de gas para cada sección de tuberías y cada salida. Se utiliza la Tabla D2 para determinar el diámetro de tubería para cada sección y salida. Si la longitud exacta de tubería ó el flujo de gas exacto no aparecen en la tabla, utilizar la siguiente longitud más grande, ó el siguiente flujo más grande mostrados en la Tabla D2.

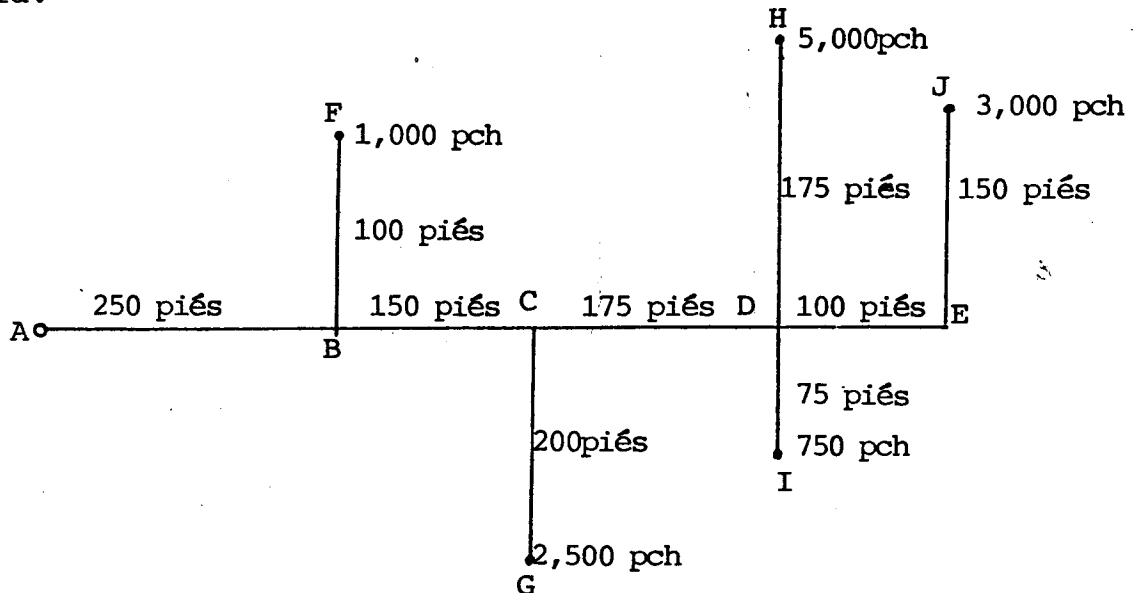
SECCION	CARGA TOTAL		FLUJO EN SECCION PIE <sup>3</sup> /HR.	LONGITUD EN PIES	DIAMETRO TUBERIA
	BTU	PIES CUB. BTU = 1000			
AB	850,000	850	850	425	2 1/2"ø
BC			850-300=550	425	2 1/2"ø
CD			550-400=150	425	1 1/4"ø

SALIDAS (RAMALES)	BTU	PIES CUB.	FLUJO A LA SALIDA	LONGITUD EN PIES	DIAMETRO TUBERIA
BE	300,000	300	300	425	2"ø
CF	400,000	400	400	425	2"ø
DH	50,000	50	50	425	1"ø
DG	100,000	100	100	425	1 1/4"ø

EJEMPLO #2

Determinar la tubería requerida para cada sección y salida (ramal) del siguiente sistema de tuberías. El gas a usarse tiene una gravedad específica de 0.6 y un poder calorífico alto de 1000 Btu por pié cúbico. El gas se entregará a una presión de 5psig, con una caída de presión máxima permisible de 0.5 psig en el sistema de tubería.



## SOLUCION A EJEMPLO #2

La distancia a la salida más remota (J) es 825 piés. Se formula una tabla con los volúmenes totales para cada sección de tubería y cada salida ó ramal. Se utiliza la tabla D5 (para presión de línea de 5psig) para determinar el diámetro para cada sección y salida. Si la longitud exacta de tubería el flujo exacto de gas no aparece en la tabla, tomese la siguiente longitud más grande y el flujo siguiente más grande de la tabla D5.

SECCIONES	CARGA TOTAL PIE <sup>3</sup> /HR.	FLUJO EN SECCION	LONGITUD DE TUBERIA	DIAMETRO DE TUBERIA
AB	12,250	12,250	825	4"φ
BC		12,250-1,000=11,250	825	4"φ
CD		11,250-2,500= 8,750	825	4"φ
DE		8,750-5,750= 3,000	825	2 1/2"φ
SALIDAS (RAMALES)	CARGA TOTAL PIES CUBICOS POR HORA	FLUJO A LA SALIDA (PCH)	LONGITUD EN PIES	DIAMETRO TUBERIA
BF	1,000	1,000	825	1 1/2"φ
CG	2,500	2,500	825	2"φ
DH	5,000	5,000	825	3"φ
DI	750	750	825	1 1/4"φ
EJ	3,000	3,000	825	2 1/2"φ

TABLA D1

## LONGITUDES EQUIVALENTES, EN PIES DE TUBERIA RECTA, DE CURVAS, CONEXIONES Y VALVULAS.

Las longitudes equivalentes en pie<sup>s</sup> mostradas en la Tabla D1 han sido computadas sobre la base de que el diámetro interior corresponde a un tubo de cédula 40 de tubería de acero, lo cual da resultados suficientemente exactos para otras cédulas. Donde se requieren longitudes equivalentes más exactas, estas se pueden obtener multiplicando el diámetro interior actual de la tubería en pulgadas por  $n/12$ , ó el diámetro interior actual en pies por  $n$ .  $N$  podrá leerse de la tabla. Los valores de las longitudes equivalentes pueden utilizarse con una exactitud razonable para conexiones de bronce ó bronce. Para válvulas de bronce ó de cobre la longitud equivalente debe tomarse como un 45% más larga que los valores en la tabla que son para tubería de acero. La resistencia por pie de tubería de cobre ó bronce es menor que la del acero.

## NOTAS DE NUMEROS SUBSCRITOS EN LA TABLA D1:

1. Los valores para conexiones soldables son para condiciones donde el área de flujo no ha sido obstruida por soldadura ó anillos de respaldo.
2. Las conexiones bridadas tienen  $3/4$  de la resistencia de codos y tes rosca-das.
3. Las figuras tabulares dan la resistencia adicional debido a la curvatura a la cual se le debe de agregar la longitud de la curva.
4. Conexiones (pequeñas socket-weld) inserto soldables son equivalentes a codos de gajos y tes hechizas.
5. La resistencia equivalente en número de diámetros de tubería recta está calculada para un valor de  $f = 0.0075$  de la relación  $n = k/4f$
6. Para la condición de resistencia mínima donde la longitud de línea de centro de cada gajo esta entre  $d$  y  $2.5d$ .
7. Para tubería con otros diámetros interiores, la resistencia equivalente puede calcularse de los valores de  $n$  mostrados arriba.

TABLA D1

LONGITUD EQUIVALENTE, EN PIES DE TUBERIA RECTA, DE CONEXIONES, CURVAS Y VALVULAS.

L factor =	CAMBIOS ROSCADOS 2				CODOS 90° SOLDABLES 2				CODOS HECHIBOS 4 (GANOS)				TAS SOLDABLES ROSCADOS, SOLD. BRID.		VALVULAS							
	Codo 45° ell	Codo 90° ell	180° close return bend	Tee	R/D -1	R/D -2	R/D -4	R/D -6	R/D -8	1-15°	1-40°	1-90°	3-90°	3-90°	Fogido	Pared	Fogido	Miter	Com. Pucor-Gate	Globe	Angulo Ancho	Retención Swing check DC Columbia
14	0.42	0.90	2.00	1.80	0.48	0.36	0.27	0.21	0.17	0.45	0.90	1.00	0.60	0.45	1.35	1.00	0.31	10	10	5.0	2.5	
2	0.824	1.72	3.96	3.54	0.96	0.72	0.54	0.42	0.33	0.90	1.80	2.16	1.44	0.90	2.70	2.16	0.62	7	7	107	83	
3	1.248	2.592	5.76	5.184	1.44	1.08	0.81	0.63	0.50	1.35	2.70	3.24	2.16	1.35	4.05	3.24	0.93	7	7	167	125	
4	1.664	3.456	7.68	6.912	1.92	1.44	1.08	0.81	0.63	1.80	3.60	4.32	2.88	1.80	5.40	4.32	1.24	7	7	227	173	
5	2.080	4.320	9.60	8.568	2.40	1.80	1.35	1.08	0.81	2.25	4.50	5.40	3.60	2.25	6.75	5.40	1.63	7	7	287	221	
6	2.496	5.184	11.52	10.281	2.88	2.16	1.62	1.26	1.00	2.70	5.40	6.48	4.32	2.70	8.10	6.48	1.82	7	7	347	265	
8	3.328	6.912	15.36	13.776	3.84	2.88	2.16	1.62	1.26	3.60	7.20	8.64	5.76	3.60	10.80	8.64	2.41	7	7	467	357	
10	4.160	8.640	19.20	17.136	4.80	3.60	2.70	2.16	1.62	4.50	9.00	10.80	7.20	4.50	13.50	10.80	3.00	7	7	587	451	
12	4.992	10.368	23.04	20.563	5.76	4.32	3.24	2.52	1.98	5.40	10.80	12.96	8.64	5.40	16.20	12.96	3.59	7	7	707	545	
14	5.824	12.100	26.88	23.872	6.72	5.04	3.78	3.06	2.34	6.30	12.60	15.12	10.08	6.30	18.90	15.12	4.18	7	7	827	639	
16	6.656	13.840	30.72	27.456	7.68	5.76	4.32	3.42	2.70	7.20	14.40	17.28	11.52	7.20	21.60	17.28	4.77	7	7	947	731	
18	7.488	15.580	34.56	30.576	8.64	6.48	4.86	3.96	3.06	8.10	16.20	19.44	12.96	8.10	24.30	19.44	5.36	7	7	1067	815	
20	8.320	17.320	38.40	33.888	9.60	7.20	5.40	4.32	3.42	9.00	18.00	21.60	14.40	9.00	27.00	21.60	5.95	7	7	1187	909	
24	10.000	20.736	46.08	40.608	11.52	8.64	6.48	5.16	4.08	10.80	21.60	25.92	17.28	10.80	32.40	25.92	6.93	7	7	1407	1083	

L = LONGITUD EQUIVALENTE EN PIES DE TUBERIA RECTA (CED. 10) 7

- VER NOTAS DE NUMEROS SUBSCRITOS EN PAGINA 37



TABLA D2

TABLA PARA DIMENSIONAR TUBERIA PARA PRESIONES MENORES DE 1 PSIG

Capacidades aproximadas de tuberías de diferentes diámetros y longitudes en piés cúbicos por hora con caída de presión de 0.5" C.A. y gas de 0.6 gravedad específica.

Table D2

Pipe Sizing Table for Pressure Under 1 Pound

\*Approximate capacity of pipes of different diameters and lengths in cubic feet per hour with pressure drop of 0.5 inch water column and 0.6 specific gravity.

Iron Pipe Size Schedule 40 (Inches)	Total Equivalent Length of Pipe in Feet Long. equiv. en piés.										
	50	100	150	200	250	300	400	500	1000	1500	2000
1	244	173	141	122	109	99	86	77	54	44	38
1¼	537	380	310	268	240	219	189	169	119	97	84
1½	832	588	480	416	372	339	294	263	185	151	131
2	1,680	1,188	970	840	751	685	594	531	375	306	265
2½	2,754	1,952	1,591	1,379	1,232	1,123	974	869	617	504	436
3	5,018	3,549	2,896	2,509	2,244	2,047	1,774	1,587	1,121	915	793
4	10,510	7,410	6,020	5,170	4,640	4,480	3,660	3,340	2,360	1,910	1,660
5	19,110	13,480	10,960	9,410	8,440	8,150	6,660	6,070	4,290	3,480	3,020
6	31,140	21,960	17,860	15,320	13,760	13,280	10,860	9,890	7,000	5,670	4,920
8	63,310	44,740	36,380	31,220	28,020	27,040	22,120	20,150	14,250	11,550	10,030
10	113,020	79,720	64,830	55,630	49,940	48,180	39,420	35,920	25,400	20,580	17,870
12	177,450	125,180	101,790	87,350	78,400	75,650	61,900	56,400	39,890	32,320	28,060

\*Based on Spitzglass formula for pressures of less than 1 psig.

For pressure drop of 0.3 in. water column, multiply above values by 0.775 or refer to Table 2 in Z21.30 which gives capacities up to 600 feet of length based on pressure drop of 0.30.

Para una caída de presión de 0.3" C.A., multiplíquese los valores por 0.775 ó refierase a la tabla 2 en Z21.30.

TABLA D3

TABLA PARA DIMENSIONAR TUBERIA CON PRESION DE 1 PSIG.

Capacidades de tuberías de diferentes diámetros y longitudes en piés cúbicos por hora. Presión inicial de 1 psig y caída de presión del 10% gas con 0.6 grav. específica.

Pipe Sizing Table for 1 Pound Pressure

Capacity of pipes of different diameters and lengths in cubic feet per hour. For an initial pressure of 1 psig with a 10 per cent pressure drop and a gas of 0.6 specific gravity.

Pipe Size of Schedule 40 Standard Pipe (Inches)	Ø Tub.	Longitud Equivalente Total en piés de Tubería.									
		50	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000
1		740	520	430	370	300	260	230	170	130	120
1¼		1,540	1,090	890	760	630	540	490	350	280	250
1½		2,330	1,650	1,350	1,160	960	830	740	530	420	380
2		4,550	3,210	2,640	2,260	1,870	1,610	1,440	1,040	830	750
2½		7,330	5,180	4,250	3,650	3,020	2,600	2,320	1,690	1,340	1,200
3		13,100	9,260	7,600	6,520	5,400	4,640	4,160	3,020	2,400	2,160
3½		19,320	13,650	11,210	9,610	7,960	6,870	6,130	4,450	3,540	3,180
4		26,980	19,070	15,650	13,430	11,120	9,590	8,560	6,220	4,940	4,440
5		49,340	34,870	28,620	24,550	20,330	17,550	15,660	11,370	9,030	8,130
6		80,560	56,940	46,740	40,090	33,210	28,650	25,580	18,570	14,760	13,280

TABLA D4

TABLA PARA DIMENSIONAR TUBERIA CON PRESION DE 2 PSIG.

Capacidad de tuberías de diámetros diferentes y longitudes en pies cúbicos por hora. Para una presión inicial de 2 psig. con una caída de presión del 10% con un gas de 0.6 gravedad específica.

Table D4

Pipe Sizing Table for 2 Pounds Pressure

Capacity of pipes of different diameters and lengths in cubic feet per hour. For an initial pressure of 2 psig with a 10 per cent pressure drop and a gas of 0.6 specific gravity.

Pipe Size of Schedule 40 Standard Pipe (Inches)	Longitud Equivalente Total en Pies. Total Equivalent Length of Pipe in Feet									
	50	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000
1	1,080	760	620	540	440	380	340	240	190	170
1¼	2,250	1,590	1,300	1,120	910	790	710	500	410	350
1½	3,410	2,410	1,970	1,700	1,390	1,200	1,070	760	620	530
2	6,640	4,700	3,840	3,310	2,700	2,350	2,090	1,480	1,210	1,040
2½	10,700	7,580	6,190	5,340	4,360	3,790	3,380	2,390	1,960	1,690
3	19,120	13,540	11,060	9,540	7,790	6,770	6,040	4,280	3,500	3,020
3½	28,200	19,970	16,310	14,070	11,490	9,980	8,900	6,310	5,160	4,450
4	39,380	27,890	22,780	19,650	16,040	13,940	12,440	8,810	7,210	6,220
5	72,010	50,990	41,650	35,930	29,300	25,490	22,740	16,120	13,180	11,370
6	117,580	83,270	68,010	58,670	47,900	41,630	37,140	26,320	21,520	18,570

TABLA D5

TABLA PARA DIMENSIONAR TUBERIA CON PRESION DE 5 psig.

Capacidad de tuberías con diámetros y longitudes diferentes en pies cúbicos por hora. Para una presión inicial de 5psig con una caída de presión del 10% con un gas de 0.6 gravedad Especifica.

Table D5

Pipe Sizing Table for 5 Pounds Pressure

Capacity of pipes of different diameters and lengths in cubic feet per hour. For an initial pressure of 5 psig with a 10 per cent pressure drop and a gas of 0.6 specific gravity.

Pipe Size of Schedule 40 Standard Pipe (Inches)	Longitud Equivalente total en pies. Total Equivalent Length of Pipe in Feet									
	50	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000
1	1,860	1,320	1,070	930	760	660	590	410	340	290
1¼	3,870	2,740	2,240	1,930	1,580	1,370	1,220	860	700	610
1½	5,860	4,140	3,390	2,930	2,390	2,080	1,850	1,310	1,060	930
2	11,420	8,070	6,600	5,710	4,660	4,050	3,610	2,550	2,080	1,810
2½	18,400	13,010	10,640	9,200	7,510	6,530	5,820	4,110	3,350	2,920
3	32,860	23,240	19,000	16,430	13,410	11,660	10,390	7,340	5,990	5,220
3½	48,480	34,280	28,030	24,240	19,780	17,200	15,330	10,820	8,840	7,690
4	67,700	47,880	39,140	33,850	27,630	24,020	21,410	15,120	12,340	10,750
5	123,790	87,540	71,570	61,890	50,530	43,920	39,160	27,640	22,570	19,660
6	202,138	142,950	116,870	101,060	82,500	71,720	63,940	45,140	36,860	32,100

TABLA D6

## TABLA PARA DIMENSIONAR TUBERIA CON PRESION DE 10 PSIG.

Capacidad de diámetros y longitudes diferentes en piés cúbicos por hora. Para una presión inicial de 10 psig. con una caída de presión del 10% y un gas con 0.6 gravedad específica.

Table D6

## Pipe Sizing Table for 10 Pounds Pressure

Capacity of pipes of different diameters and lengths in cubic feet per hour. For an initial pressure of 10 psig with a 10 per cent pressure drop and a gas of 0.6 specific gravity.

Pipe Size of Schedule 40 Standard Pipe (Inches)	Longitud Equivalente Total en piés. Total Equivalent Length of Pipe in Feet									
	50	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000
1	2,930	2,070	1,690	1,470	1,190	1,030	920	650	530	460
1¼	6,090	4,330	3,520	3,050	2,490	2,150	1,920	1,360	1,110	960
1½	9,210	6,530	5,330	4,620	3,760	3,260	2,910	2,060	1,680	1,460
2	17,940	12,720	10,380	9,000	7,330	6,360	5,680	4,020	3,280	2,840
2½	28,920	20,500	16,730	14,510	11,820	10,250	9,150	6,480	5,290	4,580
3	51,650	36,610	29,880	25,920	21,110	18,300	16,340	11,570	9,450	8,190
3½	76,180	53,990	44,070	38,240	31,140	26,990	24,110	17,070	13,950	12,080
4	106,400	75,410	61,550	53,410	43,500	37,700	33,670	23,850	19,480	16,870
5	194,540	137,890	112,550	97,650	79,540	68,940	61,570	43,600	35,620	30,860
6	317,650	225,150	183,770	159,450	129,870	112,560	100,540	71,200	58,160	50,390

TABLA D7

## TABLA PARA DIMENSIONAR TUBERIA CON PRESION DE 20 PSIG.

Capacidad de diámetros y longitudes de tubería diferentes en PCH. Para Presión inicial de 20 psig. Table D7 Con caída de presión del 10% y un gas de 0.6 gravedad específica.

Pipe Sizing Table for 20 Pounds Pressure

Capacity of pipes of different diameters and lengths in cubic feet per hour. For an initial pressure of 20 psig with a 10 per cent pressure drop and a gas of 0.6 specific gravity.

Pipe Size of Schedule 40 Standard Pipe (Inches)	Longitud Equivalente Total en Piés. Total Equivalent Length of Pipe in Feet									
	50	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000
1	4,900	3,470	2,810	2,450	2,000	1,730	1,550	1,070	890	770
1¼	10,190	7,210	5,840	5,090	4,160	3,600	3,220	2,230	1,860	1,610
1½	15,420	10,900	8,830	7,710	6,290	5,450	4,870	3,370	2,810	2,440
2	30,030	21,230	17,190	15,010	12,260	10,610	9,490	6,570	5,480	4,760
2½	48,390	34,220	27,710	24,190	19,750	17,110	15,290	10,590	8,830	7,670
3	86,420	61,110	49,490	43,190	35,280	30,550	27,310	18,910	15,770	13,690
3½	127,480	90,130	73,000	63,710	52,040	45,070	40,280	27,900	23,270	20,200
4	178,040	125,880	101,950	88,980	72,680	62,940	56,260	38,960	32,500	28,210
5	325,530	230,170	186,410	162,700	132,890	115,080	102,870	71,240	59,420	51,590
6	531,530	375,820	304,370	265,660	216,990	187,910	167,980	116,330	97,030	84,240

TABLA D8

TABLA PARA DIMENSIONAR TUBERIA CON PRESION DE 50 PSIG.

Capacidad de tubería de diámetros y longitudes diferentes en PCH. Para presión inicial de 50 psig. con una caída de presión del 10% y un gas con gravedad específica de 0.6.

Table D8

Pipe Sizing Table for 50 Pounds Pressure

Capacity of pipes of different diameters and lengths in cubic feet per hour. For an initial pressure of 50 psig with a 10 per cent pressure drop and a gas of 0.6 specific gravity.

Pipe Size of Schedule 40 Standard Pipe (Inches)	Longitud Total Equivalente en piés. Total Equivalent Length of Pipe in Feet									
	50	100	150	200	300	400	500	1000	1500	2000
1	10,530	7,450	6,090	5,150	4,350	3,790	3,330	2,350	1,920	1,650
1¼	21,880	15,490	12,650	10,700	9,050	7,870	6,920	4,890	3,990	3,430
1½	33,110	23,430	19,130	16,190	13,690	11,910	10,470	7,410	6,040	5,190
2	64,450	45,610	37,250	31,530	26,660	23,190	20,400	14,420	11,770	10,110
2½	103,870	73,510	60,040	50,820	42,960	37,370	32,870	23,240	18,970	16,300
3	185,490	131,270	107,220	90,750	76,720	66,730	58,700	41,510	33,870	29,100
3½	273,600	193,620	158,140	133,850	113,170	98,430	86,590	61,230	49,970	42,930
4	382,110	270,420	220,870	186,940	158,050	137,480	120,930	85,510	69,780	59,960
5	698,660	494,430	403,840	341,800	288,980	251,360	221,110	156,360	127,600	109,630
6	1,140,780	807,320	659,400	558,110	471,860	410,430	361,040	255,310	208,340	179,010

TABLA D9

Factores multiplicadores para usar con tablas D2-a D8, Cuando la gravedad específica del gas es diferente a 0.6

Table D9

Multiplicators to Be Used with Tables D2-D8 When the Specific Gravity of the Gas is Other Than 0.60

① Specific Gravity	② Multiplier	① Specific Gravity	② Multiplier
.35	1.31	1.00	.775
.40	1.23	1.10	.740
.45	1.16	1.20	.707
.50	1.10	1.30	.680
.55	1.04	1.40	.655
.60	1.00	1.50	.633
.65	.962	1.60	.612
.70	.926	1.70	.594
.75	.895	1.80	.577
.80	.867	1.90	.565
.85	.841	2.00	.547
.90	.817	2.10	.535

Columnas ① - Gravedad específica del gas  
Columnas ② - Factor multiplicador.

TABLA D10

## NOTAS:

1. Todas las tuberías que aparecen en la tabla son cedula 40.
2. La gráfica es para gas natural con gravedad (peso) específica de 0.60 para otros gases con peso específico diferentes corregir el flujo utilizando los factores de corrección de tabla D9.
3. La gráfica D10 También tiene datos para el aire que tiene peso específico de 1.0.
4. La caída de presión(h) en osi para el sistema de tuberías desde el punto de suministro hasta el punto de alimentación del equipo más lejano considerando el flujo máximo de gas no deberá ser mayor del 10% de la presión inicial ( $p_1$ ) cuando la presión  $p_1$  sea mayor de 8 osig y cuando la presión  $p_1$  sea menor de 8 osig, la caída de presión no deberá exceder 0.5<sup>1</sup> osi.
5. La gráfica D10 es para tuberías de gas a baja presión, 5psig y menor.

## CONVERSIONES:

1 osi = 1.72 pulgs. C.A.

1 osi = 4.37 cms. C.A.

1" C.A. = 2.54 cms. C.A.

1 M<sup>3</sup> = 35.29 piés cúbicos

"GRAFICA SIMPLIFICADA PARA CALCULO DE CAIDA DE PRESION POR FRICCION EN TUBERIAS DE GAS Y DE AIRE."

