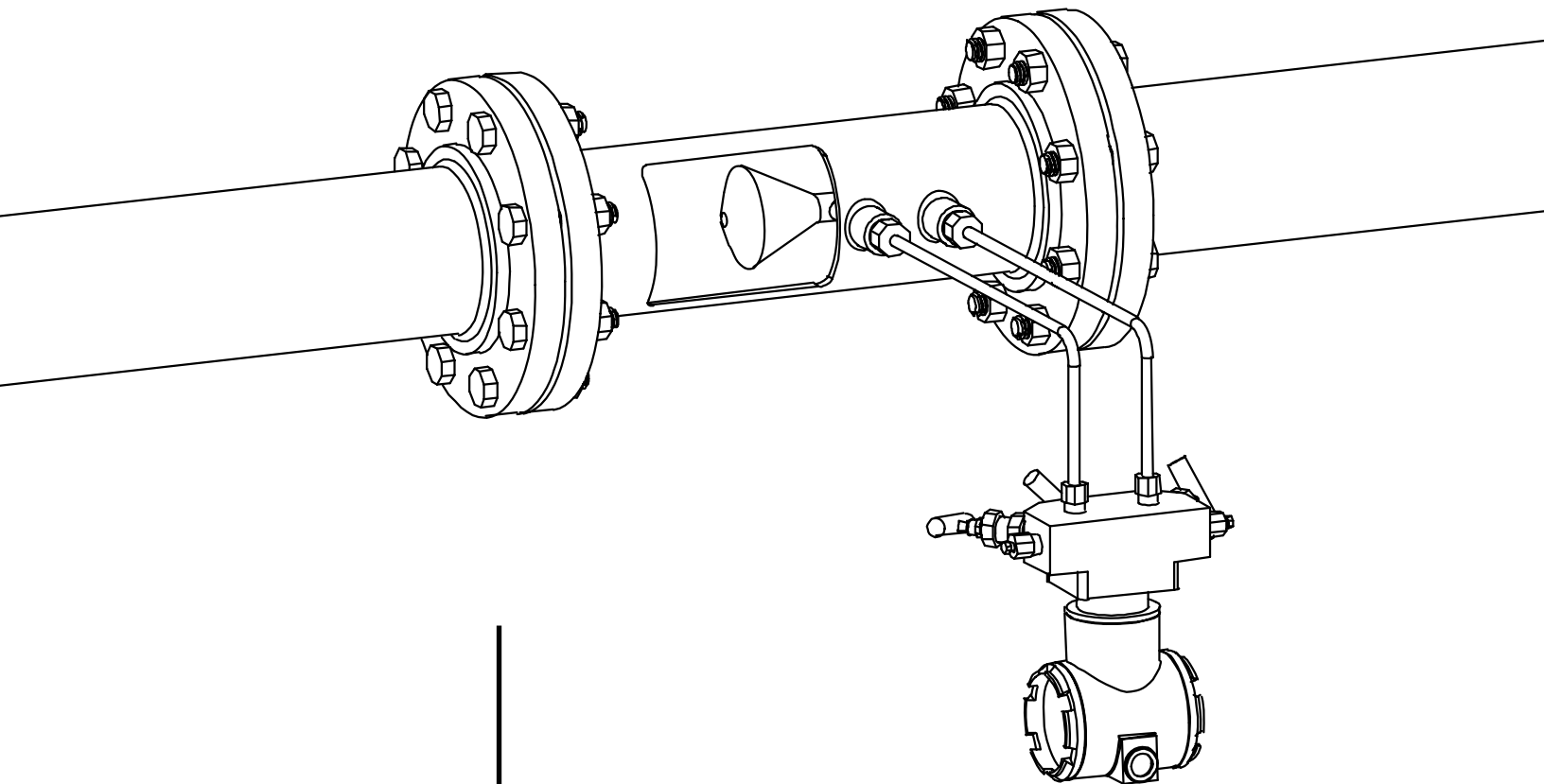
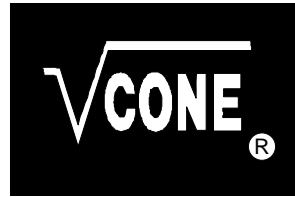


**Tecnología  
avanzada de  
medidores  
de flujo  
de presión  
diferencial**



**ASPECTOS TÉCNICOS  
DEL V-CONE**



## Tabla de contenidos

	sección	página
<b>Sección 1 - Aspectos generales</b>		
Introducción	<b>1.1</b>	1
Principios de funcionamiento	<b>1.2</b>	1
Modificación del perfil de velocidad	<b>1.3</b>	2
<b>Sección 2 - Características</b>		
Alta precisión	<b>2.1</b>	3
Repetibilidad	<b>2.2</b>	3
Reducción del caudal	<b>2.3</b>	3
Requisitos de instalación	<b>2.4</b>	3
Desempeño a largo plazo	<b>2.5</b>	3
Estabilidad de la señal	<b>2.6</b>	4
Baja pérdida de presión permanente	<b>2.7</b>	4
Dimensionamiento	<b>2.8</b>	4
Ausencia de áreas de acumulación	<b>2.9</b>	4
Mezclado	<b>2.10</b>	4
Tres modelos	<b>2.11</b>	4
<b>Sección 3: Sistema de medición de flujo del V-Cone</b>		
Datos sobre la aplicación	<b>3.1</b>	5
Cálculos generales	<b>3.2</b>	5
Cálculos para líquidos	<b>3.3</b>	6
Cálculos para gases y vapores	<b>3.4</b>	7
Dimensionamiento según la aplicación	<b>3.5</b>	7
Calibración	<b>3.6</b>	8
Materiales de fabricación	<b>3.7</b>	8
Manifold	<b>3.8</b>	8
Instrumentación secundaria y terciaria	<b>3.9</b>	8

	sec.	pág.
<b>Garantía :</b>		<b>9</b>
<b>Ilustraciones:</b>	Fig.	Pg.
Orificios de alta y baja	<b>1</b>	1
Perfil de velocidad	<b>2</b>	2
Perfil de velocidad aplanado	<b>3</b>	2
Codo simple y el V-Cone	<b>4</b>	3
Codo doble y el V-Cone	<b>5</b>	3
Estabilidad de la señal	<b>6</b>	4
Tubo de precisión	<b>7</b>	4
Wafer-Cone ®	<b>8</b>	4
Tapa superior de inserción	<b>9</b>	4
Instalación de calibración	<b>10</b>	8
Distribuidor de válvulas	<b>11</b>	8
Transmisor típico de pres. dif.	<b>12</b>	8
T. típico de pres. dif y colector	<b>13</b>	8
Computadora de flujo típica	<b>14</b>	8
Registrador típico	<b>15</b>	8



# 1.0

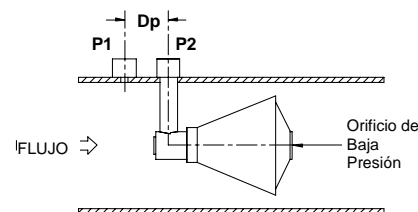
## Aspectos generales

### 1.1 Introducción

El medidor de flujo de presión diferencial V-Cone de McCrometer es una tecnología patentada de medición de flujos con alta precisión, aplicable a gran variedad de fluidos, todo tipo de condiciones y un amplio intervalo de números de Reynolds. Utiliza el mismo principio físico que otros medidores de flujo de presión diferencial: el teorema de conservación de la energía del flujo de fluidos a través de una tubería. No obstante, las características de desempeño del V-Cone, muy notables, son el resultado de su exclusivo diseño, que incluye un cono central en el interior del tubo. El cono interactúa con el flujo del fluido, modificando su perfil de velocidad para crear una región de presión más baja inmediatamente aguas abajo del cono. La diferencia entre la presión estática de la línea y la presión más baja creada aguas abajo del cono se mide a través de dos tomas piezosensibles. Una de las tomas se coloca inmediatamente aguas arriba del cono y la otra se coloca en la cara orientada aguas abajo. Después, la diferencia de presión se puede incluir en una derivada de la ecuación de Bernoulli para determinar el régimen de flujo. La posición central del cono en la línea optimiza el perfil de velocidad del flujo en el punto donde se hace la medición, asegurando mediciones de flujo altamente precisas y confiables, sin importar la condición del flujo aguas arriba del medidor.

### 1.2 Principios de funcionamiento

El V-Cone es un medidor de flujo de presión diferencial. Los principios físicos en que se basan los medidores de flujo de presión diferencial se conoce desde hace más de un siglo. El principio más importante es el teorema de Bernoulli sobre la conservación de la energía dentro de un tubo cerrado. Este teorema dice que la presión que existe dentro de un tubo con flujo constante es inversamente proporcional al cuadrado de la velocidad del fluido dentro del tubo. En resumen, la presión disminuye a medida que aumenta la velocidad. Por ejemplo, cuando el fluido se acerca al medidor V-Cone, su presión es  $P_1$ . Cuando aumenta la velocidad del fluido en la parte estrecha del V-Cone, la presión disminuye a  $P_2$ , como se indica en la Figura 1. Las presiones  $P_1$  y  $P_2$  se miden en los orificios del V-Cone mediante distintos transductores de presión diferencial. La presión diferencial ( $Dp$ ) que crea el V-Cone aumenta y disminuye en forma exponencial con la velocidad del flujo. Cuanto mayor sea el estrechamiento de la sección transversal, mayor será la presión diferencial para un mismo caudal. La relación beta es igual al área de flujo en la sección transversal de mayor tamaño del cono (convertida en un diámetro equivalente) dividida el diámetro interior del medidor (véase 3.2.3).



**Orificios de alta y baja presión**  
**Figura 1**

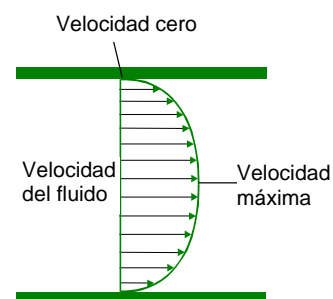


**1.3 Modificación del perfil de velocidad**

El V-Cone es similar a otros medidores de presión diferencial (Dp) en cuanto a las ecuaciones de flujo que utiliza. Sin embargo, su geometría es muy diferente a la de los medidores de Dp tradicionales. El V-Cone obtura el flujo mediante la colocación de un cono en el centro de la tubería.

Esto obliga a que el caudal que se mueve por el centro de la tubería fluya alrededor del cono. Esta geometría presenta muchas ventajas con respecto a los tradicionales medidores concéntricos de Dp. La forma del cono ha sido evaluada y analizada durante más de diez años para obtener el mejor rendimiento en diferentes condiciones.

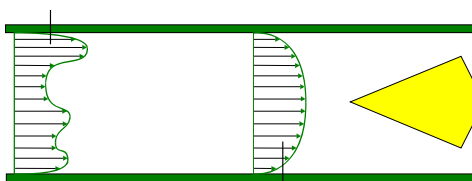
Es necesario entender el concepto del perfil de flujo dentro de una tubería para comprender el desempeño del V-Cone. Si el flujo que pasa a través de una tubería larga no está sometido a obstrucciones o perturbaciones, se considera un flujo bien desarrollado. Si se traza una línea perpendicular a este flujo desarrollado, la velocidad en cada punto de dicha línea será diferente. Dicha velocidad será cero en la pared de la tubería, máxima en el centro de la tubería y cero de nuevo en la pared opuesta. Esto se debe a la fricción que se crea en las paredes de la tubería a medida que pasa el fluido. Como el cono está suspendido en el centro de la tubería, interactúa directamente con el “núcleo de alta velocidad” del flujo. El cono obliga al núcleo de alta velocidad a mezclarse con los flujos de menor velocidad que pasan más cerca de las paredes. Otros medidores de Dp poseen aberturas centrales y no interactúan con este núcleo de alta velocidad. Esto confiere una importante ventaja al V-Cone en el rango de caudales bajos: aunque el caudal sea bajo, el V-Cone sigue interactuando con el flujo de mayor velocidad. El V-Cone conserva su señal útil de presión diferencial a niveles de flujo en los cuales otros medidores de Dp la pierden.



**Perfil de velocidad  
Figura 2**

Rara vez existen perfiles de flujo ideales en situaciones reales. Hay muchas instalaciones en las que se instalan medidores de flujo en caudales que no están bien desarrollados. Prácticamente cualquier cambio que se haga en una tubería, ya sean codos, válvulas, reductores, ampliaciones, bombas y derivaciones en T, puede perturbar un flujo bien desarrollado. La medición de flujos perturbados puede causar errores sustanciales en otras tecnologías de medición de flujo. Para resolver este problema, el V-Cone modifica el perfil de velocidad aguas arriba del cono, gracias al contorno del cono y a su posición en la línea. A medida que el flujo se aproxima al cono, el perfil del flujo se “aplana”, formando un perfil bien desarrollado.

Perfil irregular creado por una perturbación aguas arriba



Perfil aplanado creado por el V-Cone

**Perfil de velocidad aplanado  
Figura 3**

El V-Cone puede aplanar el perfil del flujo incluso condiciones extremas, por ejemplo, si se usan codos sencillos o dos codos en diferentes planos colocados inmediatamente aguas arriba del medidor. Esto implica que, aunque los perfiles que se aproximen al cono sean muy variables, en el cono siempre se produce un perfil de flujo predecible, asegurando mediciones precisas incluso en condiciones no ideales.



# 2.0

## Características

### 2.1 Alta precisión

La precisión de la lectura del elemento primario del V-Cone puede ser de hasta  $\pm 0.5\%$ . Hasta cierto punto, el nivel de precisión depende de los parámetros de la aplicación y de la instrumentación secundaria.

### 2.2 Repetibilidad

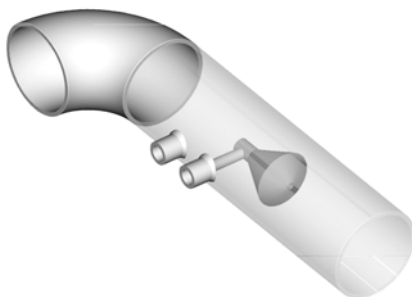
El elemento primario del V-Cone exhibe una excelente repetibilidad de  $\pm 0.1\%$  o mejor.

### 2.3 Reducción del caudal

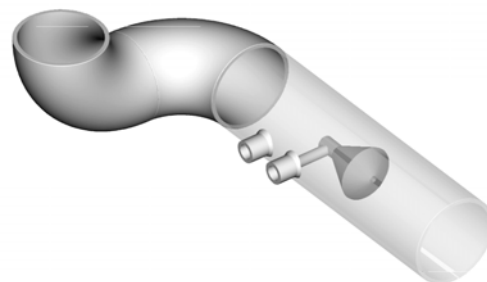
La reducción del caudal causada por el V-Cone puede ser muy superior a la de los tradicionales medidores de presión diferencial. La reducción típica de un V-Cone es de 10 a 1, aunque se pueden alcanzar reducciones mayores. Los flujos con número de Reynolds en torno a 8000 producirán una señal lineal. Los flujos con número de Reynolds más bajo son medibles y repetibles, si la presión diferencial medida se corrige mediante una curva obtenida mediante calibración del instrumento en un intervalo específico de valores del número de Reynolds.

### 2.4 Requisitos de instalación

Debido a su capacidad de aplanar el perfil de velocidad, el V-Cone se puede colocar mucho más cerca de las perturbaciones situadas aguas arriba que otros medidores de Dp. Se recomienda instalar el V-Cone dejando de cero a tres diámetros de tubería recta aguas arriba del instrumento y de cero a un diámetro aguas abajo. Esto puede ser beneficioso para los usuarios que utilizan líneas grandes y costosas, y también para aquellos que sólo disponen de tramos cortos. McCrometer ha realizado pruebas de rendimiento del V-Cone aguas abajo de un codo de  $90^\circ$  y de dos codos de  $90^\circ$  acoplados en diferentes planos. Las pruebas demostraron que el V-Cone se puede instalar junto a codos sencillos o junto a dos codos colocados en planos diferentes sin sacrificar su precisión.



Codo sencillo y el V-Cone  
Figura 4



Dos codos y el V-Cone  
Figura 5

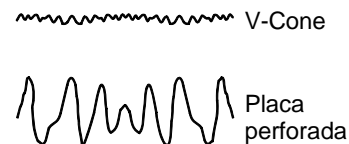
### 2.5 Desempeño a largo plazo

La forma contorneada del cono estrecha el flujo sin golpearlo contra una superficie abrupta. A lo largo de la superficie del cono se forma una barrera que aleja el fluido del borde beta y evita que el cono se desgaste por la acción de fluidos con impurezas. Debido a esto, la relación beta no se altera y la calibración del medidor mantiene su precisión durante mucho más tiempo.



## 2.6 Estabilidad de la señal

Cualquier medidor de presión diferencial produce un “rebote de señal”. Esto significa que aun en condiciones de caudal estacionario, la señal generada por el elemento primario tiene una pequeña fluctuación. Los vórtices que se forman inmediatamente después de una placa perforada típica son alargados. Estos vórtices alargados crean en la placa perforada una señal de alta amplitud y baja frecuencia, lo cual puede perturbar las lecturas de presión diferencial del medidor. El V-Cone crea vórtices muy cortos a medida que el caudal rebasa el cono. Los vórtices cortos producen una señal de baja amplitud y alta frecuencia. Esto se traduce en una señal del V-Cone mucho más estable. La figura 6 muestra señales representativas de un V-Cone y de una placa perforada típica.



**Estabilidad de la señal  
Figura 6**

## 2.7 Baja pérdida de presión permanente

Al no producirse impacto contra una superficie abrupta, la pérdida de presión permanente es inferior a la de un medidor de placa perforada. Además, la estabilidad de señal que produce el V-Cone permite que la señal de presión diferencial de la escala completa recomendada del V-Cone sea inferior a la de los otros medidores de presión diferencial, disminuyendo por lo tanto la pérdida de presión permanente.

## 2.8 Dimensionamiento

La geometría exclusiva del V-Cone permite un amplio rango de relaciones beta. El rango de dichas relaciones oscila entre 0,45, 0,55, 0,65, 0,75 y 0,80.

## 2.9 Ausencia de áreas de acumulacion

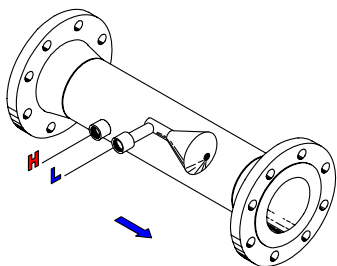
El diseño de “barrido” del cono evita la formación de áreas de acumulacion donde se podrían acumular residuos, condensación o partículas provenientes del fluido.

## 2.10 Mezclado

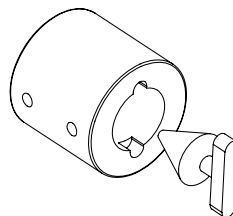
Los vórtices cortos descritos en la sección 2.6 mezclan bien los fluidos inmediatamente aguas abajo del cono. El V-Cone se utiliza actualmente como mezclador estático en muchas aplicaciones en las que se necesita efectuar mezclas instantáneas y completas.

## 2.11 Modelos de V-Cone

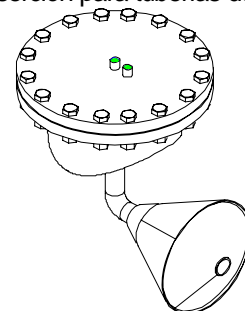
McCrometer ofrece tres tipos de elementos primarios para el V-Cone: el V-Cone de tubo de precisión, el V-Cone Wafer-Cone y el V-Cone de tapa superior de inserción. El V-Cone de tubo de precisión se encuentra disponible para tuberías de 1/2" a 72" y mayores; el V-Cone Wafer-Cone se encuentra disponible para tuberías de 1/2" a 6" ; y el V-Cone con tapa superior de inserción para tuberías de 6" a 72" y mayores.



**V-Cone de tubo de precisión  
Figura 7**



**Wafer-Cone®  
Figura 8**



**V-Cone de tapa superior de inserción  
Figura 9**



# 3.0

## El sistema de medic. de flujo del V-Cone

### 3.1 Datos sobre la aplicación

El cliente deberá recopilar los parámetros de su aplicación a fin de seleccionar el medidor de flujo V-Cone adecuado. McCrometer dispone de una completa base de datos sobre el desempeño de medidores según las propiedades de los fluidos, que puede emplearse para determinar los tamaños adecuados.

### 3.2 Cálculos generales

Nomenclatura:

$\Delta P$	presión diferencial (Dp)	inWC*	P	presión de funcionamiento	psia
D	diámetro interno	pulgadas	T	temperatura de funcionam.	Rankine
d	diámetro del cono	pulgadas	Z	compresibilidad del gas	.
$\beta$	relación beta	.	$S_F$	grav. especif. de operac	.
k	exponente isentrópico	.	$S_{STP}$	grav. especif. a 60 °F y 14.696 psia	.
$k_1$	flujo constante	.	$\rho_{water}$	densidad agua (62.3663)	lb/ft <sup>3</sup>
$k_4$	flujo constante – sin $C_D$	.	$P_b$	presión de base	psia
$G_C$	cons. gravedad (32.174)		$T_b$	temperatura de base	Rankine
$C_D$	coef. de medic. de flujo	f/s <sup>2</sup>	$Z_b$	compresib. de gas base	.
Y	factor de expans. gases	.	$\mu$	viscosidad	cP
$\rho$	densidad de flujo (rho)	.	Re	número de Reynolds	.
$\alpha$	expansión térmica material $\alpha$ , o $\alpha_{cone}$ , $\alpha_{pipe}$ (alfa)	.	v	velocidad	fps

\*inWC= Pulgadas de columna de agua

3.2.1	Presión diferencial	$\Delta P = P_H - P_L$	Unidades de $\Delta P$ en inWC
3.2.2	Coefficiente del medidor de flujo	Obtenido de la calibración o de datos históricos.	En los informes de dimensionamiento y calibración.
3.2.3	Relación beta del V-Cone	$\beta = \frac{\sqrt{D^2 - d^2}}{D}$	$\beta$ de los informes de dimensionamiento
3.2.4	Constante de flujo	$k_1 = \frac{\pi}{576} \sqrt{2G_c} \frac{D^2 \beta^2}{\sqrt{1 - \beta^4}} C_D$	$k_1$ de los informes de dimensionamiento Véase la nota 2.
3.2.5	Factor de expansión térmica del material	$F_a = 1 + 2\alpha(T - 528)$	Véase la nota 1.
3.2.6	Factor de expansión térmica del material	Véase la nota 1.	
	Si el cono y la tubería de la línea principal son de materiales diferentes.	$F_a = \frac{D^2 - d^2}{((1 - \alpha_{pipe} \cdot (T - 528)) \cdot D)^2 - ((1 - \alpha_{cone} \cdot (T - 528)) \cdot d)^2}$	



## 3.2 Cálculos generales (continuación)

3.2.7	Velocidad del fluido en la tubería	$v = \frac{576 \text{ ACFS}}{\pi D^2}$	
3.2.8	Número de Reynolds	$Re = 123.9 \frac{v D \rho}{\mu}$	Número adimensional que puede emplearse para correlacionar calibraciones de instrumentos con diferentes fluidos
3.2.9	Constante de flujo Se emplea cuando $C_D$ no es constante.	$k_4 = \frac{\pi}{576} \sqrt{2G_c} \frac{D^2 \beta^2}{\sqrt{1-\beta^4}}$	Esta ecuación puede emplearse en lugar de la 3.2.4 cuando el coeficiente de flujo $C_D$ no es constante. Véase la nota 2.

## 3.3 Cálculos para líquidos

3.3.1	Densidad	$\rho = \rho_{\text{water}} S_F$	
3.3.2	Conversión caudal	$\text{GPM} = 448.83 \text{ ACFS}$	
3.3.3	Caudal	$\text{ACFS} = F_a k_1 \sqrt{\frac{5.197 \Delta P}{\rho}}$	
3.3.4	Caudal cuando $C_D$ no es constante	$\text{ACFS} = F_a k_4 \sqrt{\frac{5.197 \Delta P}{\rho}} C_D$	

### Notas:

1. Expansión térmica del material. Las ecuaciones de expansión térmica corrigen los cambios dimensionales que se producen cuando la temperatura de trabajo se desvía del valor de base de 70 °F (véanse 3.2.5 y 3.2.6 en la página 5).

El factor  $F_a$  puede excluirse de la ecuación de flujo si la temperatura de trabajo es:

< 100° Fahrenheit, < 560° Rankine, < 38° Celsius

Si el factor  $F_a$  es significativo y la temperatura de trabajo es estable, puede emplearse un valor  $F_a$  constante. Si el factor  $F_a$  es significativo pero la temperatura es variable, debe calcularse un valor  $F_a$  antes de cada cálculo de flujo.

2. Coeficiente de descarga. Los coeficientes de descarga pueden incluirse en las ecuaciones de flujo mediante distintos métodos. A continuación se explican los dos más típicos:  $C_D$  promedio o  $C_D$  tabulado.

Si se utiliza un  $C_D$  tabulado u obtenido de un ajuste de datos, se deben hacer cálculos adicionales basados en el número de Reynolds véanse los ejemplos de procesos 3d y 4b).

3. Líquidos. Procesos típicos de cálculo:

3a. datos:  $D, \beta, \rho, C_D$ , y la lectura de  $\Delta P$

Calcular: 3.2.4, 3.3.3

3b. datos:  $D, \beta, \rho, C_D$ , y la lectura de  $\Delta P, T$

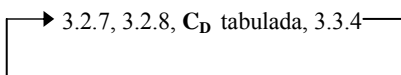
Calcular: 3.2.4, 3.2.5 ó 3.2.6 si es preciso, 3.3.3

3c. datos:  $D, \beta, S_F, C_D$ , y la lectura de  $\Delta P, T$

Calcular: 3.2.4, 3.2.5 ó 3.2.6 si es preciso, 3.3.1, 3.3.3

3d. datos:  $D, \beta, \mu, \rho, C_D$  tabulada, y la lectura de  $\Delta P$

Calcular: para  $C_D = 0.8$  (definida inicialmente), 3.2.9, 3.2.5 ó 3.2.6 si es preciso,



Iterar hasta que el caudal sea distinto del último cálculo en < 0,01%





## 3.4 Cálculos para fluidos compresibles (gases y vapores)

3.4.1	V-Cone Factor de expansión de gases rev. en mayo de 2001	$Y = 1 - (0.649 + 0.696 \beta^4) \frac{0.03613 \Delta P}{k \cdot P}$	k - exponente isentrópico  nota: 0,03613 convierte ΔP (pulgadas de columna de agua @ 4°C) a la misma unidad de P (psia)
3.4.2	Wafer-Cone Factor de expansión de gases rev. en octubre de 2001	$Y = 1 - (0.755 + 6.787 \beta^8) \frac{0.03613 \Delta P}{k \cdot P}$	
3.4.3	Densidad del gas	$\rho \text{ (lb/ft}^3\text{)} = 2.6988 \frac{S_{STP} P}{Z T}$	
3.4.4	Caudal Pies cúbicos reales por segundo	$ACFS = F_a k_1 Y \sqrt{\frac{5.197 \Delta P}{\rho}}$	
3.4.5	Caudal Pies cúbicos reales por segundo si C <sub>D</sub> no es constante.	$ACFS = F_a k_4 Y \sqrt{\frac{5.197 \Delta P}{\rho}} C_D$	
3.4.6	Caudal Pies cúbicos estándar por segundo	$SCFS = ACFS \left( \frac{P T_b Z_b}{P_b T Z} \right)$	convierte el flujo real en flujo estándar e las condiciones de base

Notas (vienen de la página 6):

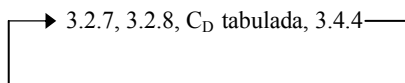
4. Gases y vapor de agua. Procesos típicos de cálculo:

4a. dados: D, β, μ, S<sub>F</sub>, Z, k, C<sub>D</sub>, y lecturas de ΔP, P, T

Calcular: 3.2.4, 3.2.5 ó 3.2.6 si es preciso, 3.4.1 ó 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4

4b. dados: D, β, μ, S<sub>F</sub>, Z, k, C<sub>D</sub> tabulada y lecturas de ΔP, P, T

Calcular: C<sub>D</sub> = 0,8 (definida inicialmente), 3.2.4, 3.2.5 ó 3.2.6 si es preciso, 3.4.1 ó 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4,



Iterar hasta que el caudal sea distinto del último cálculo en < 0,01%.

5. Propiedades del fluido. Ciertas propiedades de los fluidos, tales como la viscosidad, la compresibilidad o el exponente isentrópico varían con la temperatura y, en menor medida, con la presión. En los cálculos anteriores, la viscosidad puede afectar a la selección del valor de C<sub>D</sub>, la compresibilidad afecta directamente a la densidad, y el exponente isentrópico al factor Y, aunque débilmente. La industria de instrumentación utiliza muchos sistemas distintos para calcular el flujo. Por ello, el cliente y el ingeniero de aplicación de McCrometer deberán determinar qué propiedades del fluido deben calcularse dadas unas condiciones específicas de flujo, y qué propiedades permanecen constantes.

## 3.5 Dimensionado según la aplicación

Cada V-Cone se fabrica de acuerdo a la aplicación. Antes de ser fabricado, cada V-Cone se "dimensiona" según los parámetros físicos de la aplicación correspondiente. El dimensionamiento por computadora utiliza los datos de la aplicación como una base para predecir el desempeño del V-Cone. El dimensionamiento determina la presión diferencial de escala completa, el rango de flujo de trabajo, la precisión deseada y la pérdida de presión estimada.

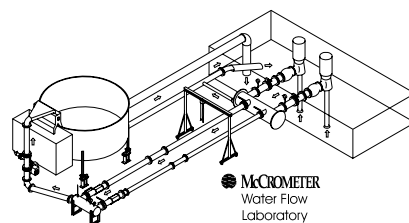


### 3.6 Calibración

Los medidores de flujo de tubo de precisión y de Wafer Cone menores de 20" de diámetro, se calibran en una o más de las siguientes instalaciones de calibración de McCrometer:

<i>Instalación de calibración</i>	<i>Rango</i>	<i>Instalación de calibración</i>	<i>Rango</i>
Gravimétrico 40k lb agua	3" a 18"	Gravimétrico 1.5k lb agua	hasta 4"
Gravimétrico 5k lb agua	hasta 6"	Aire 80 cfm	hasta 2"

McCrometer recomienda que se calibre cada medidor V-Cone. Es necesario hacer una calibración cuando la aplicación requiere la máxima precisión. La calibración de los medidores de flujo de tapa superior de inserción es opcional. Si no se solicita una calibración, es posible estimar el coeficiente del medidor. Los datos recopilados durante años de pruebas independientes permiten estimar en forma precisa el valor  $C_D$  del medidor. Si el V-Cone se va a utilizar con un fluido compresible con requisitos de alta precisión, McCrometer recomienda efectuar la calibración dentro de un fluido compresible.



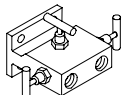
**Inst. de calibr. 40k gravimétrico**  
**Figura 10**

### 3.7 Materiales de fabricación

Todos los materiales de fabricación del V-Cone están certificados. Los materiales suministrados a McCrometer incluyen un informe certificado de pruebas de materiales por parte del fabricante original. Los informes de pruebas incluyen la composición de los materiales y las calidades de material aplicables. Previa solicitud, los informes de pruebas de materiales se entregan a nuestros clientes.

### 3.8 Manifold

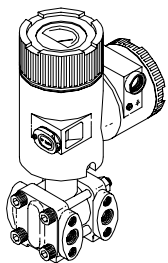
McCrometer recomienda incluir un distribuidor de tres a cinco válvulas en los sistemas V-Cone de medición de flujo. Los distribuidores permiten la calibración en línea de los transmisores, el aislamiento de los transmisores de las líneas de transmisión sin tener que despresurizar la línea y la purga en línea de las líneas de transmisión.



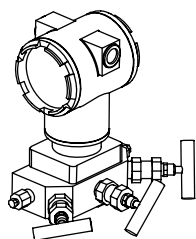
**Figura 11**

### 3.9 Instrumentación secundaria y terciaria

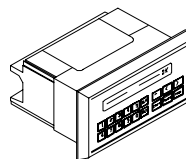
Un transmisor de presión diferencial mide la señal de presión diferencial que proviene del elemento primario. Una vez medida la señal, el transmisor genera un impulso electrónico que es interpretado por un monitor de flujo u otro sistema de control de procesos. Cuando se trabaja con fluidos compresibles, suele ser preciso medir la presión y la temperatura de la línea para obtener medidas precisas de flujo. McCrometer ofrece los siguientes instrumentos para medir flujos: transmisores de presión diferencial, computadoras de flujos y sensores de presión y temperatura para la medición de flujos másicos.



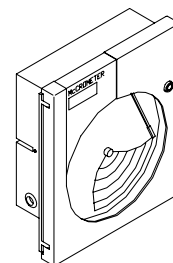
**Trans. Dp típico**  
**Figura 12**



**Trans. Dp típico con distribuidor de válvulas**  
**Figura 13**



**Comp. de flujo**  
**Figura 14**



**Registrador**  
**Figura 15**



