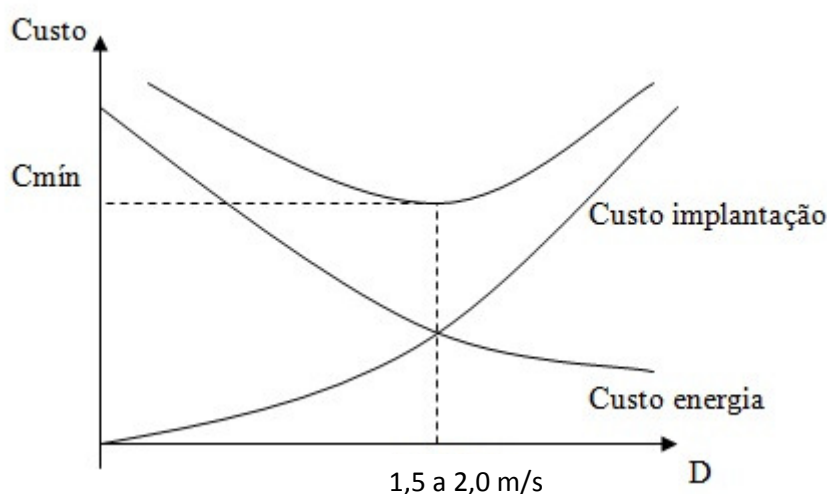


## FATOR DE CORREÇÃO DA ÁREA DE UMA TUBULAÇÃO,

**S<sub>ef</sub> = ÁREA EFETIVA**

A área interna de uma tubulação é uma grandeza palpável, mensurável, podendo ser medida com exatidão. Em geral as tubulações nas empresas de Saneamento são projetadas para atender determinadas condições de escoamento, tendo como base uma velocidade média normal na faixa de +/- 1,5 a 2,0 m/s. Nessas condições de velocidade é onde o custo total de sistema, ou seja, os custos fixos do investimento e os custos variáveis de operação e manutenção apresentam o melhor rendimento ou, melhor custo benefício para aquele abastecimento. O gráfico abaixo nos mostra essa idéia de variação de custo de implantação de um sistema em projeto.



variabilidade dessa velocidade deve estar prevista na faixa de mais ou menos 1 m/s. Em função dos dados preliminares da vazão determinada, calcula-se o diâmetro da tubulação para aquela vazão ou abastecimento. Assim temos;  $A = Q/V$  (m<sup>2</sup>). Por outro lado,  $A = \pi D^2/4$ , dessa forma, achamos o valor do diâmetro D, ou seja,  $\pi D^2/4 = Q/V$  ou  $D^2 = 4Q/\pi V$  ou

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Todavia, quando já temos a tubulação instalada operando com água nos abastecimentos e, necessário se faz conhecer a vazão, introduzimos na Estação Pitométrica, (EP), já previamente instalada, o tubo de Pitot Cole

no centro da tubulação para a respectiva medição. Essa introdução representará um corpo estranho dentro da tubulação causando ali uma obstrução na área de escoamento naquele ponto, Daí, a definição de Área Efetiva (Sef), qual seja, área corrigida devido a presença do tubo de Pitot. A interferência ou obstrução da área é cada vez mais relevante ou acentuada quanto menor for o diâmetro da tubulação. Na prática o que fazemos é diminuir da área interna da tubulação a área frontal do tubo de Pitot Cole ali naquele presente ou impactante. Dessa forma, temos;

$$S_{ef} = A - A_{pc}. \text{ Daí, concluímos que. } S_{ef} = \pi D^2/4 \text{ (m}^2\text{)} - A_{pc} \text{ (m}^2\text{)} \rightarrow \text{m}^2.$$

Como Calcular a área do tubo de Pitot Cole que obstruiu a área de escoamento?.

Mede-se o volume do tubo de Pitot Cole em laboratório. O processo é simples, basta que se tenha uma bureta calibrada em mililitros. Introduzimos nela o tubo de Pitot até uma profundidade equivalente a metade do diâmetro da tubulação de ensaio ou de referencia. Enchemos a bureta com álcool absoluto ate certa referencia. Retiramos o tubo de Pitot e verificamos qual foi a variação do volume deslocado na Bureta. Transforma-se a variação para metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Em seguida dividimos o valor do volume encontrado pela largura, em metro, do tubo de Pitot.

Volume do tubo de Pitot = e . L . H (m<sup>3</sup>) onde;

E = espessura frontal

L = largura

H = profundidade de introdução

$$A_{pc} = e.L.H \text{ (m}^3\text{)} = \text{Volume da bureta} = V \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Área frontal de obstrução} = V(\text{m}^3)/L(\text{m}) = e. H \text{ (m}^2\text{)}$$

1)- Exemplo de cálculo da área efetiva de uma tubulação de 100 mm de diâmetro.  $A = \pi D^2/4 = 3,1416 \cdot (0,1)^2/4 = 0,007854 \text{ m}^2$ . Volume deslocado pela introdução de 50 mm do tubo de Pitot Cole na tubulação igual a 6,44 mL, (medido pela bureta), que é igual a 0,00000644 m<sup>3</sup>. A Área frontal do

Pitot Cole dentro da tubulação equivalente aos 50 mm de inserção obstruindo a área de passagem da tubulação é:

$$A_{pc} = 0,00000644\text{m}^3/0,0235\text{m}^2 = 0,000274042\text{m}^2. \quad \text{Onde, } 0,0235 \text{ m}$$

é a largura do tubo de Pitot Cole. Logo temos: Área Efetiva (Sef) =  $0,007854 - 0,000274042 = 0,00757996\text{m}^2$ .

Como se pode observar, a Sef calculada nesse processo esta diferente da Sef tabelada e, disseminada nas Empresas de Saneamento, cujo valor de referencia ou valor padrão segundo a tabela divulgada, é de 0,007527. Portanto, comparando os dois valores de áreas efetivas, encontramos um erro de 0,70%. Da mesma forma, o erro para uma tubulação de 200 mm será de 0,33% e, assim, sucessivamente o erro passa a ser cada vez menor a medida que o diâmetro da tubulação aumenta, chegando a ser 0,04% para uma tubulação de 1000 mm.

2) - A segunda maneira de correção da área de uma tubulação em medição, é consultar a tabela de área efetiva existente e utilizada por todas as Empresas de Saneamento do País. Conhecendo-se o diâmetro nominal da tubulação no ponto de medição, vai-se na tabela, retira-se o valor da Área Efetiva equivalente, introduzindo-o nos cálculos de correção do ponto de medição (EP).

Nós, da Lamon Produtos, também utilizamos a tabela original em nossos processos de cálculos automáticos de nossas Maletas.

3)-A tabela existente nas Empreaesas, nossa conhecida, veio do Estados Unidos. Aqui chegando, a anos atrás, recebeu adaptações de unidades e cálculos. Todavia, é possível que o tubo de Pitot tido como referência na época possa não ser ou não ter exatamente as mesmas dimensionais dos que são hoje industrializados por aqui atualmente.

4)- A Lamon Produtos, estudou e revisou a tabela de área efetiva existente com base no tubo de Pitot Cole modelo Mecaltec. Dessa forma, estamos apresentando uma nova tabela denominada Área Efetiva Lamon (SefL). Essa Tabela, comparada com a original apresenta pequenos erros que vão diminuindo com o aumento do diâmetro da tubulação. Todos os detalhes da construção dessa nova tabela anexa e sua comparação com a tabela

original esta contida na própria tabela. No levantamento e medição da área de interferência do tubo de Pitot Cole, todo cuidado foi observado inclusive na escolha da bureta para a medição do volume deslocado.

**Conclusão final** – Sugerimos aos técnicos de Pitometria e aos usuários da tabela de área efetiva original que continue a usá-la como padrão mas, todavia, não desprezar a investigação que foi realizada e, continuar a investigar sua construção ou verificação frente ao tubo de Pitot Cole hoje utilizado em larga escala nas medições usuais do dia a dia.

### CONSTRUÇÃO DA TABELA DE ÁREA EFETIVA – Sef.

ÁREA - A	DIÂMETRO	MILITRO DESLOCADO	ÁREA PITOT	ÁREA EFETIVA LAMON	ÁREA EFETIVA ORIGINAL	ERRO %
m <sup>2</sup>	mm	mL	Apc m <sup>2</sup>	SefL m <sup>2</sup>	Sef - m <sup>2</sup>	SefL - Sef
0,0044179	75	4,89	0,0002081	0,0042098	0,004163	1,11
0,0078540	100	6,44	0,0002740	0,0075799	0,007527	0,70
0,0122718	125	8,12	0,0003455	0,0119263	0,011866	0,51
0,0176715	150	9,50	0,0004043	0,0172672	0,017188	0,46
0,0240528	175	12,50	0,0005319	0,0235209	0,023456	0,28
0,0314159	200	15,10	0,0006426	0,0307734	0,030673	0,33
0,0397608	225	17,74	0,0007549	0,0390059	0,038914	0,24
0,0490874	250	20,36	0,0008664	0,0482210	0,048105	0,24
0,0593957	275	22,98	0,0009779	0,0584179	0,058297	0,21
0,0706858	300	25,60	0,0010894	0,0695965	0,069467	0,19
0,0829577	325	28,22	0,0012009	0,0817568	0,081619	0,17
0,0962113	350	30,84	0,0013123	0,0948989	0,094749	0,16
0,1104466	375	33,46	0,0014238	0,1090228	0,108865	0,14
0,1256637	400	36,08	0,0015353	0,1241284	0,123961	0,13
0,1590431	450	41,33	0,0017587	0,1572844	0,157103	0,12
0,1963495	500	46,58	0,0019821	0,1943674	0,194175	0,10
0,2375829	550	51,83	0,0022055	0,2353774	0,235171	0,09
0,2827433	600	57,08	0,0024289	0,2803144	0,280088	0,08
0,3318307	650	62,33	0,0026523	0,3291784	0,328942	0,07
0,3848451	700	67,58	0,0028757	0,3819694	0,381722	0,06
0,4417865	750	72,83	0,0030991	0,4386873	0,438424	0,06
0,5026548	800	78,08	0,0033226	0,4993323	0,499051	0,06
0,6361725	900	88,57	0,0037689	0,6324036	0,632091	0,05
0,7853982	1000	99,08	0,0042162	0,7811820	0,780843	0,04
0,9503318	1100	109,55	0,0046617	0,9456701	0,945296	0,04
1,1309734	1200	120,04	0,0051081	1,1258653	1,125461	0,04