

# Normas e especificações para projetos de rãdes de esgôtos sanitários da cidade de São Paulo

Eng. JOSÉ MEICHES

Do Departamento de Águas e Esgotos da Secretaria da Viação e Obras Públicas do Estado de São Paulo — Professor Assistente da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e da Escola de Engenharia da Universidade Mackenzie — Engenheiro Consultor — Membro titular do Instituto de Engenharia — Membro (Junior) ASCE; Membro AIDIS.

*Trabalho apresentado ao IV Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária, realizado em São Paulo, em julho de 1954.*

## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho representa uma proposta que foi elaborada pelo autor, na sua atividade de engenheiro da Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo, para servir de orientação aos Serviços de projeto de rãdes de esgôto daquela Repartição estadual. Ainda não foi adotada oficialmente essa orientação, dependendo de revisões e aprovação pela Direção da RAE. Na forma atual, o trabalho passou por leitura e estudo dos engs. José Martiniano de Azevedo Netto, Ines Rosa Caruso, José Samuel de Oliveira Pedroso, José Cerqueira Dias de Moraes, Roberto Magno Ribeiro e Linício Machado, que faziam parte do Serviço Técnico de Esgotos (S.T.E.) da RAE, dos quais partiram várias sugestões incorporadas ao original e a êles é dirigido o agradecimento do autor. Também ao eng. João Moreira Garcez Filho, o autor agradece a colaboração recebida na fase inicial da elaboração do trabalho.

As presentes Normas e Especificações procuram condensar as melhores práticas de projeto que devem imperar no atual desenvolvimento da técnica sanitária em São Paulo. Elas se colocam a par de práticas utilizadas em centros adiantados e é crença do autor que a orientação e as determinações nelas indicadas constituem garantia de bons serviços públicos de esgotamento de águas servidas.

Sua obediência representa um passo adiante no progresso da qualidade dos serviços profissionais dos Engenheiros Sanitaristas. Essas Normas, e outras, tais como os "Tentative Standards for Sewage Works", dos Upper Mississippi River Board of Public Health Engineers e Great Lakes Board of Public Health Engineers (Jan. 1951), têm a intenção de padronizar práticas profissionais em alto grão de qualidade. Destarte, deverá ser recomendado pelos Engenheiros Sanitaristas das Américas, o estabelecimento de Normas e Padrões dessa natureza, tendo em vista:

- 1.<sup>º</sup>) elevação do nível do trabalho profissional;
- 2.<sup>º</sup>) padronização das práticas profissionais;
- 3.<sup>º</sup>) garantia de boa qualidade de projeto e de boa orientação para a construção perfeita e econômica.

Os "Tentative Standards" mencionados representaram um guia e fonte importante para o Autor na elaboração deste trabalho, sendo fundamentalmente ligada a êles a parte incluída no 1.<sup>º</sup> anexo: Estações de Bombreamento.

## INTRODUÇÃO

Estas Normas e Especificações para elaboração de projetos de rãdes de esgôtos sanitários aplicam-se a todos os projetos que tenham relação com a Repartição de Águas e Esgotos da Secretaria da Viação e Obras Públicas do Estado de São Paulo. Serão, pois, aplicadas nos trabalhos do Serviço Técnico de Esgotos da RAE e a todos os projetos: 1.º) que devam ser por esse Serviço aprovados; 2.º) que devam ser executados pela RAE, e 3.º) que tratem de rãdes que venham a pertencer posteriormente à RAE. A sua finalidade é traçar a orientação a ser seguida nos projetos, fixando critérios e elementos que os uniformizem e enquadrem dentro das exigências técnicas da Engenharia Sanitária. Estas Normas e Especificações serão objeto de revisão periódica cada 4 anos ou sempre que fôr indicada a sua necessidade.

Para os efeitos das Normas presentes, entende-se por rãde de esgôtos sanitários o conjunto de canalizações destinadas à coleta e ao transporte de esgôtos domésticos e resíduos líquidos de operações industriais a um destino conveniente, considerando-se como parte dela seus órgãos acessórios. Destarte, fazem parte da rãde os seguintes elementos: coletores, interceptadores, emissários, sifões, poços de visita e tanques fluxíveis. As estações elevatórias de esgôto serão tratadas em separado, como anexo. Para conceituação exata da terminologia adotada, ficam incluídas, como parte integrante destas Normas, as seguintes definições:

**COLETORES:** Canalizações públicas destinadas a conduzir as águas de esgôto nelas lançadas pelos coletores prediais. As porções de coletor compreendidas entre poços de visita são denominadas trechos.

**EMISSARIOS:** Canalizações destinadas a conduzir as águas de esgôto a um destino final, sem receber contribuição em marcha. O trecho final de um interceptador (ver abaixo), compreendido entre a última ligação de coletor e o ponto de destino final do esgôto recebe o nome de emissário.

**INTERCEPTADORES:** Canalizações lançadas ao longo de curso dágua, lagos, orla marítima, etc., para receber descargas de coletores evitando lançamentos diretos.

**POÇOS DE VISITA:** Órgãos situados em pontos convenientes do sistema de esgôtos para permitir inspecção das canalizações e eventuais trabalhos de limpeza e desobstrução.

**SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO:** Sistema de coleta e transporte de águas de esgôto em que apenas esgôto doméstico, resíduos líquidos industriais e águas de infiltração têm acesso à rãde, ficando inteiramente afastada a admissão direta de águas de chuva ou de sistemas de drenagem.

**SOLEIRA:** Designação atribuída à geratriz interna inferior das canalizações que compõem o sistema de esgôtos.

**TANQUES FLUXÍVEIS:** Órgãos acessórios dos sistemas de esgôtos destinados a dar descargas adequadas de água para lavagem em pontos onde sejam previstas possibilidades de ocorrência de depósitos e obstruções.

As disposições legais existentes, tais como a Lei 1561A, de 29 de dezembro de 1951, que dispõe sobre a Codificação das Normas Sanitárias para Obras e Serviços (CNSOS) e outros Códigos, Normas e Especificações em vigor, no que sejam aplicáveis, são consideradas como parte integrante das presentes Normas e Especificações. As disposições referidas são tomadas como exigências mínimas, cujo rigor poderá ser aumentado no corpo destas Normas e Especificações.

## PRIMEIRA PARTE

### CONDIÇÕES GERAIS DOS PROJETOS

#### 1. GENERALIDADES

Os projetos deverão apresentar os seguintes elementos:

- A — Memorial descritivo e justificativo
- B — Desenhos
- C — Especificações
- D — Resumo de cálculo do projeto.

Os projetos que dependam de aprovação da RAE poderão ser encaminhados preliminarmente na forma de ante-projetos para primeira revisão. A aprovação, porém, só será dada quando apresentado o projeto completo e julgado satisfatório.

## 2. MEMORIAL DESCRIPTIVO E JUSTIFICATIVO

O memorial descritivo e justificativo apresentará, onde pertinentes, as seguintes informações:

A — *Informações gerais*: Descrição das condições existentes de fornecimento de água e de coleta de esgotos e problemas correlatos.

B — *Apresentação do problema*: Descrição da área envolvida no projeto em causa e sua extensão. Apresentação das características urbanas atuais e situação com relação a Planos Urbanísticos Diretores. O projeto deverá ser referido a um plano de conjunto de esgotamento e disposição das águas residuárias da cidade. Se a área a ser servida não incluir toda a bacia natural de drenagem, uma descrição deverá ser feita da porção não incluída, conjuntamente com informações sobre a probabilidade de expansão futura e sua relação com o projeto.

C — *Alternativas de projeto*: Quando duas ou mais soluções forem possíveis e praticáveis para um determinado problema, deverão ser elas discutidas e apontadas as razões pelas quais foi escolhida a alternativa recomendada. Por exemplo: no caso de terem sido necessárias escavações profundas para evitar estações elevatórias, deverá o memorial indicar que a devida consideração foi dada tanto a coletores rasos como a profundos para se chegar à solução adotada.

D — *Solos*: Deverão ser indicadas as prováveis características das camadas do sub-solo onde o sistema vai ser construído e feita descrição das obras projetadas abaixo do nível normal do lençol aquífero. Deverão ser apontadas condições especiais do solo referentes a fundações que tenham relação com o sistema proposto, a extensão das sondagens feitas, e deverão ser descritos os fatos constatados no que sejam relacionados a problemas de construção do sistema ou no que possam afetar o sistema de esgotos.

E — *Volume de esgoto*: Deverão ser apresentadas estimativas dos volumes de esgoto doméstico, resíduos líquidos industriais e águas de infiltração que deverão ser transportadas pelo sistema, para a bacia inteira de drenagem ou para a parte que esteja sendo considerada, incluindo, também, as previsões de expansão que possam ser feitas. Farão parte integrante do estudo os elementos colhidos e referentes a:

(1) — *População atual e suas características*: Tendências observadas de aumento de população e modificação de hábitos.

(2) — *Cadastro de indústrias*, com o exame dos seguintes elementos:

- a. Produtos manufaturados e quantidades.
- b. Horário de funcionamento e número de operários.
- c. Fontes de suprimento de água e quantidades utilizadas.
- d. Volume das descargas de esgoto e regime das descargas.
- e. Características dos resíduos líquidos industriais.
- f. Existência de tratamento dos resíduos industriais, características e resultados de operação.
- g. Possibilidade de lançamento das águas residuárias na rede pública.

(3) — *Abastecimento de água*: Deverão ser apresentados valores aproximados de quantidades de água consumidas referentes aos consumos máximo, mínimo e médio. Esses valores devem se referir à bacia para a qual o projeto está sendo elaborado, se ela já fôr abastecida de água pela rede pública, ou no caso contrário, devem ser aqueles referentes a outra zona semelhante à considerada.

(4) — *Aguas de infiltração:* Deverão ser apresentados os resultados das medidas diretas de infiltração que tenham sido procedidas.

F — *Destino final do esgoto:* Deverá ser apresentada justificativa referente à disposição final dos esgotos, atendendo ao plano geral de tratamento de esgotos da cidade. Lançamentos diretos em cursos de água deverão ser justificados, tendo em vista as condições do corpo receptor, antes e depois do lançamento.

G — *Financiamento:* Deverão ser discutidos os métodos de financiamento dos melhoramentos propostos, tendo em vista o custo de construção das várias partes do sistema, assim como custo de operação e manutenção.\*

H — *Recomendações especiais e considerações finais:* Serão apresentadas, tendo em vista questões merecedoras de atenção ou, ainda, a execução de um plano por partes para atingir a finalidade visada.

### 3. DESENHOS

Os desenhos constarão de uma planta geral do sistema e desenhos minuciosos de todos os elementos que o compõem.

#### A — *Planta geral*

*Deverá apresentar:* (1) Título conveniente, com a designação da bacia de esgotamento e identificação do autor do Projeto, do responsável pela topografia, do desenhista e das autoridades encarregadas de aprovação, tudo isso obedecendo às normas adotadas pelo STE da DAE, e que são as normas recomendadas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os tamanhos de papel adotado deverão, também, ser conformes com a mesma norma e a escala mínima de 1:2 000. Os tipos de letras e algarismos utilizados deverão ser de tamanho adequado e bem traçados para evitar dificuldades de leitura.

(2) Os limites da área à qual o projeto se refere.

(3) *Coletores existentes* — Localização, diâmetro, comprimento, declividade e sentido de escoamento de todos os trechos de coletores que sejam relacionados com a rede projetada.

(4) *Rede projetada* — A localização de todos os coletores projetados, com indicação, em cada trecho, dos respectivos diâmetros, declividade, comprimento e sentido de escoamento, assim como a localização de poços de visita, tanques fluxíveis, sifões invertidos, estações elevatórias, "by-passes" e outros acessórios. Cada coletor deverá ser identificado por numeração adequada, assim como, também, os poços de visita, sugerindo-se a seguinte modalidade para isso: a) cada coletor terá um só número identificador, desde o seu início até seu término em um interceptador, emissário ou outro coletor; b) a numeração de coletores se fará atendendo ao seguinte critério: coletores de número maior contribuem para coletores de número menor, dessa maneira o coletor principal terá sempre o número 1; c) cada trecho do coletor receberá um número adicional e que aumenta no sentido do aumento das vazões, sendo sempre 1 o número do trecho inicial de um coletor; dessa maneira, teremos, por exemplo, a numeração do coletor principal da seguinte forma: 1-1, 1-2, 1-3, etc.; d) os poços de visita serão numerados na ordem crescente dos números, iniciando-se a numeração pelos poços de visita dos coletores principais, ou sejam, os coletores de número mais baixo; o poço de visita inicial do coletor 1 terá o número 1.

(5) *Elementos topográficos:* planimétricos, altimétricos, cadastrais ou semi-cadastrais, atendendo aos artigos 327 e 334, do C. N. S. O. S..

(6) *Sub-bacias de drenagem:* divisão da bacia em estudos em sub-bacias, indicação de espigões, fundos de vale, sentido de escoamento dos cursos de água existentes na bacia.

(\*) — Este item deverá merecer especial atenção na nova organização do Departamento de Águas e Esgotos, entidade autárquica auto-suficiente, cuja arrecadação deverá pagar todas as despesas que venham a ocorrer em serviços e obras de sua alçada.

(7) *Tubulações, galerias e demais elementos de outros serviços públicos:* água; luz e força; gás; telefone; águas pluviais; telégrafo; trilhos, etc.. De preferência, para não sobrecarregar a planta geral, êsses elementos, no que vêm a interferir com a rête projetada, deverão figurar em planta à parte.

(8) *Estação de tratamento, interceptador ou emissário:* o elemento receptor dos esgotos da bacia será identificado convenientemente.

#### B. Desenhos Minuciosos

As diversas partes do projeto serão apresentadas em desenhos em escalas adequadas, obedecendo os tamanhos às Normas de desenhos anteriormente mencionadas, assim como as indicações feitas no item 3.A — (1) — referente à planta geral. Além do título geral, cada folha terá o sub-título correspondente à matéria desenhada. Êsses desenhos apresentarão: (1) *Perfis e plantas indicadoras dos coletores:* Todos os coletores serão apresentados em perfil e em planta, nos quais serão indicados todos os órgãos e elementos acessórios, a saber: poços de visita, tubos de queda, sifões invertidos, tubulações de material especial para atender casos excepcionais, construções protetoras, pontes para coletores, etc.. Todos os cruzamentos de cursos d'água ou descargas, deverão mostrar as cotas dos níveis máximo, mínimo e médio da água. Indica-se, para os perfis, as escalas seguintes: horizontal 1:1 000 ou 1:2 000 e vertical: 1:100 ou 1:200. Acompanhando os perfis, figurarão desenhos em planta, indicando os poços de visita e todos os coletores que êles servem, assim como o sentido do escoamento nesses coletores. As legendas apresentarão os números idntificadores dos coletores e dos trechos, e os números dos poços de visita, assim como comprimento, diâmetro e declividade dos coletores, além das cotas: do terreno, das geratrizes inferiores internas de coletores, onde interessar, e da geratriz inferior da canaleta no centro do poço de visita.

(2) *Órgãos acessórios:* Detalhes de todos os órgãos acessórios, tais como poços de visita, tubos de queda, sifões invertidos, tanques fluxíveis ou quaisquer órgãos especiais, tais como pontes de travessia, estações elevatórias, "by-passes", etc.. Êsses desenhos devem ser feitos em escala tal, que seja evidenciado, claramente, cada aspecto do projeto e o equipamento porventura empregado. Devem aparecer tôdas as dimensões, cotas de elevação, capacidades e, também, notas explicativas que facilitem o exame dos desenhos e a construção.

(3) *Secções transversais* — Devem ser incluídas secções transversais de tôdas as tubulações de esgôto, com exceção das canalizações normais de construção padronizada, assim como detalhes de fundações, berços, lajes, drenos, etc..

### 4. ESPECIFICAÇÕES

Devem acompanhar o relatório especificações completas para a construção da rête de esgotos sanitários e de todos os órgãos acessórios projetados, referentes a materiais, equipamentos, construção, etc., a fim de que orientem a confecção de orçamentos acurados, assim como a execução das obras e a aquisição de materiais e equipamentos.

### 5. RESUMO DO CALCULO DO PROJETO

O relatório completo deve apresentar um sumário do cálculo de projeto, que inclua as informações relativas à população, métodos de determinação da vazão dos esgotos, uma breve descrição da concepção básica do projeto, fórmula empregada de dimensionamento, folhas de cálculo, etc..

### 6. REVISÃO DE PROJETO APROVADO

Qualquer modificacão em aspectos básicos de projetos que se tenham originado no STE da RAE ou por êle tenham sido aprovados, deverá ser comunicada a êsse Serviço para sua aprovação e conhecimento e para que seja arquivada conjuntamente com o projeto original.

## SEGUNDA PARTE

### PROJETO DE CANALIZAÇÕES DE ESGÔTO

#### 1. GENERALIDADES

**A. Período de funcionamento previsto:** Em geral, os sistemas de esgôto deverão ser projetados para populações tributárias que venham a existir na região no prazo de 30 a 50 anos após a data do projeto, tendo em vista as condições que planos urbanísticos diretores venham a fixar para a bacia em causa. Da mesma forma, deverá ser prestada atenção a contribuições especiais, cujas máximas vazões possam ser previstas de antemão, tais como as de instituições, indústrias, etc.. Os diâmetros mínimos de coletores que possam transportar a vazão de projeto deverão ser utilizados, não devendo o diâmetro ser ampliado além do necessário, em caso algum.

**B. Materiais.** Qualquer material de aceitação geral e que obedeça às Normas e Especificações próprias da ABNT e da RAE, será alvo de consideração, mas o material selecionado deverá ser adequado para condições locais, sendo dada especial consideração, na sua escolha, às características dos resíduos líquidos industriais, possibilidades de septicidade, cargas externas muito pesadas, abrasão, a necessidades de reduzir o número de juntas, terrenos de fundação muito moles, condições agressivas do solo ou da água do lençol aquífero, etc..

**C. Juntas e Infiltração:** O método de fazer as juntas e o material usado deve ser incluído nas especificações. Os materiais usados para a confecção de juntas deverão ter apresentado bons resultados na prática na prevenção de infiltração e de entrada de raízes. As especificações devem incluir os exames de estanqueidade, tomando como limite desejável para o vazamento (com a vala seca) ou para infiltração (com a vala com água) o valor de 25 litros/metro x dia, para qualquer diâmetro até 0,38 m (15"). Para diâmetros maiores, considerações especiais deverão ser feitas em cada caso.

**D. Conexão com Abastecimento de Água:** O projeto deve excluir qualquer conexão permanente entre o sistema de esgotos e qualquer sistema de abastecimento público ou particular de água potável que introduza a possibilidade de inter-ligação perigosa.

#### 2. TIPO DE SISTEMA

Todos os projetos serão feitos, estabelecendo regime separador absoluto, isto é, excluindo da rede de esgotos as águas pluviais oriundas de telhados, ruas e outras áreas, assim como água subterrânea de drenos de fundações ou de estruturas de outros serviços públicos. Os coletores serão projetados com a utilização de, no máximo, da metade da secção, ao passo que interceptadores e emissários serão calculados para lâminas líquidas que, no máximo, atinjam 2/3 e 3/4 da maior altura da secção, respectivamente.

#### 3. DIÂMETRO, PROFUNDIDADE E VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

**A. Diâmetro** — Os coletores públicos terão secção circular e nenhum terá diâmetro inferior a 150 mm (6"). Toda a vez em que a secção requerida for superior àquelas correspondentes a tubos mantidos em fabricação normal, outras formas geométricas, mais adequadas para o tamanho da secção e em função de condições de resistência e de economia de construção e de condições locais, poderão ser adotadas. Isto pode ocorrer especialmente, em casos de interceptadores e de emissários.

**B. Profundidade** — A profundidade mínima dos coletores será de 1,50 m e a profundidade máxima não deverá exceder 4,50 m. A profundidade dos coletores será fixada, atentando, na medida do possível, ao esgotamento de instalações sanitárias dos edifícios situados ao longo dos coletores e localizadas a não mais de 18 metros do alinhamento da rua. Sempre que possível, a profundidade dos coletores deverá estar próxima de 2,0 metros. O emprêgo de profundidades supe-

riores à máxima deverá atentar ao critério da maior economia e sómente será admitido em casos excepcionais, como, por exemplo, a instalação de um trecho não muito longo de coletores a grande profundidade e que evite o emprêgo de bombeamento de esgôto.

Quando coletores estiverem a pequena profundidade, por exigências especiais que isso justifiquem, proteção especial deverá ser prevista para evitar que possam sofrer danos.

Tôdas as canalizações devem ser projetadas levando em conta o peso do atérro das valas e das cargas que possam afetá-las, a fim de evitar rompimentos ou rachaduras, considerando-se a largura e a profundidade das valas nesse cálculo.

*C. Velocidades de escoamento:* Tôdas as canalizações devem ser projetadas e construídas com declividade suficiente para que a velocidade média, quando metade da secção esteja sendo utilizada, não seja inferior a 0,60 m/seg, calculada pela fórmula de Ganguillet-Kutter. Outras fórmulas, tais como a de Bazin, Manning, etc., poderão ser empregadas, desde que convenientemente justificados os coeficientes empregados.

Os valores do coeficiente  $n$  (fórmula de Ganguillet-Kutter) para os materiais mais correntemente empregados (manilha cerâmica vidrada, concreto, cimento-amianto), constituindo tubos com superfície interna lisa e bem acabada, serão os seguintes:

Comprimento do tubo de 0,60 m a 1,50 m .....	$n = 0,013$
Comprimento do tubo de mais de 1,50 m até 3,0 m .....	$n = 0,0125$
Comprimento do tubo acima de 3,0 m .....	$n = 0,012$

A adoção de um desses valores de  $n$  deverá ser acompanhada, obrigatoriamente, de especificação dos comprimentos de tubo a usar. Quando isso não fôr feito, será adotado o valor que conduz a resultados mais seguros, isto é,  $n = 0,013$ .

Em geral, os valores seguintes representam as declividades mínimas que devem existir, especialmente para o caso de pequenas lâminas de líquido e representam, também, mínimos desejáveis para todo o sistema.

#### COMPRIMENTO DOS TUBOS

Diâmetro	0,60 a 1,50 m	Acima	Acima
		de 1,50 até 3,0 m	
150 mm 6"	0,006	0,0056	0,0003
200 " 8"	0,004	0,0036	0,0004
225 " 9"	0,0033	0,0029	0,0005
250 " 10"	0,0028	0,0025	0,0006
300 " 12"	0,0022	0,0020	0,0008
350 " 14"	0,0017	0,0015	0,0010
380 " 15"	0,0015	0,0013	0,0011
400 " 16"	0,0014	0,0012	0,0012
450 " 18"	0,0012	0,0011	0,0014
500 " 20"	0,0010	0,0009	0,0018
600 " 24"	0,0008	0,0007	0,0023
700 " 28"	0,0006	0,0006	0,0027
800 " 32"	0,0005	0,0005	0,0032
900 " 36"	0,0004	0,0004	0,0050
1000 " 40"	0,0004	0,0003	

Em condições especiais, se plenamente justificadas, poderão ser permitidas declividades ligeiramente menores do que as estabelecidas para a velocidade de 0,60 m/seg a meia secção. Tais declividades diminuídas serão, apenas, con-

sideradas, quando a altura da lâmina líquida fôr igual ou maior do que 3 décimos do diâmetro para a vazão média do projeto. Quando tais declividades reduzidas forem empregadas, o engenheiro deverá apresentar em seu relatório os cálculos referentes à altura da lâmina em tais tubulações para as vazões mínima, média e máxima. Declividades menores podem acarretar despesas maiores de manutenção e devem ser justificadas plenamente.

**D. Aumento de diâmetro:** Quando houver aumento de diâmetro das tubulações, ou quando uma canalização menor se juntar a outra maior, a geratriz inferior interna do tubo de maior diâmetro deverá sofrer um abaixamento, a fim de se manter o mesmo gradiente hidráulico. Indica-se que o abaixamento se faça de modo que a diferença de elevação  $\gamma$  entre soleiras não seja:

(1) para tubos de diâmetro até 380 mm (15") — menor do que metade da diferença de diâmetros dos 2 tubos;  $\gamma \geq 0,5$  (D-d).

(2) para tubos maiores do que 380 mm (15") — menor do que 3/4 da mesma diferença.  $\gamma \geq 0,75$  (D-d).

**E. Alinhamento:** Tubulações de diâmetros até 60 cm (24") inclusive, devem rão, obrigatoriamente, ter declividade constante e seguir uma linha reta entre poços de visita.

**F. Limite superior de velocidade:** Para os materiais de emprêgo mais corrente, são fixados como limite superior para as velocidades os seguinte valores:

(1) Manilha cerâmica vidrada .....	— 5,0 m/sec
(2) Concreto .....	— 4,0 m/sec
(3) Cimento-amianto .....	— 3,0 m/sec
(4) Ferro fundido .....	— 6,0 m/sec

Para velocidades superiores, devem ser tomados cuidados para evitar erosão.

#### 4. CAPACIDADES

**A. Generalidades:** Na determinação da capacidade requerida para as rãdes de esgôto, os seguintes fatores devem ser considerados:

(1) *Máxima contribuição horária de esgôto doméstico:* Esse valor poderá ser deduzido a partir dos valores referentes à quantidade de água fornecida. Chamando de  $q_{am}$  a quantidade média de água em litros distribuída na rête pública por metro linear de canalização por segundo ou em litros por segundo por hectare de área, a contribuição média de esgôto nas mesmas unidades será:

$$q_{em} = C \cdot q_{am}$$

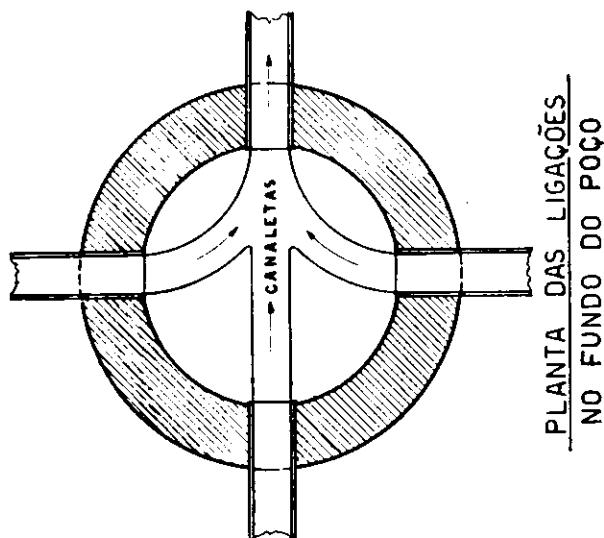
onde o coeficiente  $C$  — tem valores que oscilam de 0,65 a 1,30. Em cada caso, deve ser o valor de  $C$  escolhido criteriosamente, levando em conta fatores referentes, de um lado, a volumes de água que são fornecidos e não retornam como esgôto, tais como os volumes referentes a lavagem de ruas, áreas, quintais, volumes perdidos por vazamentos e arrebentamentos em tubulações, volumes destinados à irrigação de parques e jardins, alguns usos industriais, etc., e referentes, de outro lado, a abastecimentos de águas oriundas de fontes particulares de suprimento e que determinam aumento dos volumes de esgôtos que vão ter à rête pública de esgotamento. O valor médio normal para  $C$ , pode ser tomado como 0,80.

A contribuição máxima a ser esperada corresponderá, também a um consumo máximo de água referente à hora e dia de maior consumo ( $q_{a\max} = k_1 k_2 q_{am}$ ), e então:

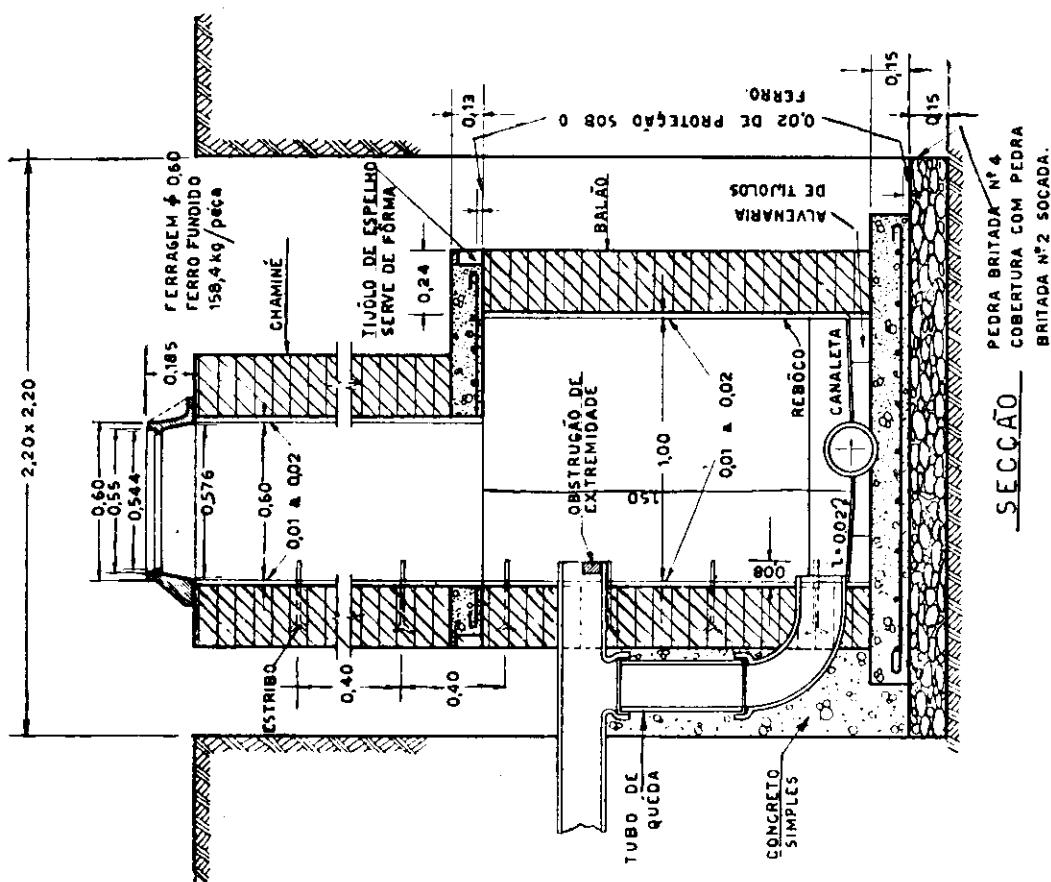
$$q_{e\max} = C \cdot q_{a\max}.$$

A RAE utiliza, para os coeficientes  $k_1$  e  $k_2$  de dia e hora de maior consumo, o valor de 1,50.

## **DETALHES DE LIGAÇÕES DE POÇO DE VISITA**



## PLANTA DAS LIGAÇÕES NO FUNDO DO POCO



A contribuição mínima a ser esperada poderá ser tomada como metade da contribuição média:

$$q_{e\min} = 0.50 q_{em}.$$

Tôda vez que existirem dados numéricos resultantes de medidas diretas de volume de esgôto na bacia à qual se refere o projeto ou em bacia de caracte-

rísticas semelhantes, êsses valores poderão ser adotados em lugar daquêles cujo cálculo foi indicado acima.

(2) *Aguas residuárias das operações em estabelecimentos industriais:* A contribuição de resíduos líquidos industriais será determinada em cada caso particular de indústria que empregue grandes volumes de água nas operações fabrís e das quais resulte contribuição volumosa para a rede de esgotos. O projetista deverá ter em vista a aceitabilidade dos resíduos líquidos industriais na rede de esgotos, a fim de considerar o seu volume no projeto e para tanto dever-se-á louvar nas Disposições Transitórias que integram as presentes Normas e Especificações.

(3) *Aguas de infiltração:* A vazão resultante da contribuição de águas de infiltração subterrânea será estabelecida, sempre que possível, com fundamento em resultados de medidas diretas.

Os seguintes fatores sempre deverão ser considerados no estabelecimento da grandeza dessa contribuição:

- a — natureza do terreno
- b — nível do lençol freático
- c — profundidade dos coletores
- d — tipo de material empregado
- e — tipo e cuidados na confecção de juntas
- f — modalidade empregada para as ligações de coletores prediais à rede
- g — características das instalações prediais (estanqueidade, existência de ralos em áreas descobertas, etc.).

Na ausência de medidas diretas, empregar-se-ão valores compreendidos entre 0,0002 e 0,0008 l/seg x m linear de coletor ou valores em torno do dado médio de 7 000 l/hectare x dia, devidamente ponderados os fatores acima indicados.

A soma dos valores apurados em (1), (2) e (3) representará o volume a ser considerado nos cálculos do projeto.

## B. INTERCEPTADORES E EMISSÁRIOS

Nos interceptadores e emissários não são sentidas tão intensamente quanto nos coletores as variações de volume de contribuição de esgotos. Deverá ser dada atenção especial à infiltração que sempre existirá somente deixando de existir as contribuições em marcha de esgotos domésticos e de resíduos industriais nos emissários, e, por vezes, nos interceptadores.

Interceptadores e emissários, muitas vezes, têm forma geométrica regular diversa da secção circular e, muitas vezes, poderão ser construídos no local. As disposições referentes à parte útil da secção, materiais, velocidades, etc., são constantes de outras partes d'este trabalho.

## 5. SIFÕES INVERTIDOS

Os sifões invertidos deverão ter, no mínimo, 2 canalizações de diâmetro mínimo igual a 150 mm (6") e deverão ser providos dos órgãos necessários para conveniente manutenção. Deve-se prever carga hidráulica suficiente e dimensões convenientes de tubos para que ao menos a velocidade correspondente à vazão média seja igual a 1,0 m/seg. As entradas e saídas devem prever o desvio da vazão normal para um tubo apenas e, também, a suspensão de serviço de qualquer dos tubos para limpeza.

## 6. POÇOS DE VISITA

A — *Localização* — Serão instalados poços de visita: 1) nas extremidades de cada trecho; 2) em todos os encontros de coletores; 3) em todos os pontos de mudança de material empregado; 4) em todos os pontos de mudança de direção dos coletores; 5) em todos os pontos de mudança de declividade; 6) em todos os pontos de mudança de diâmetro; e 7) em trechos retilíneos longos, de tal maneira que, para canalizações não visitáveis, o espaçamento entre os poços

consecutivos não exceda de 100 metros, e, para as demais canalizações, não exceda 200 metros.

**B. Tubo de Queda** — Para todo o coletor que atinja um poço de visita em elevação que exceda a cota da soleira do poço de visita em mais de 0,50 m, deverá ser previsto um tubo de queda para a ligação, fazendo-se, em cada caso, o projeto do mesmo.

**C. Formas e Dimensões** — A forma dos poços de visita será padronizada e obedecerá aos desenhos-tipo anexos organizados pelo S.T.E. A parte superior ou porção de entrada, também chamada *chaminé* — terá diâmetro não inferior a 0,60 m. O diâmetro da porção inferior, também chamada *balão*, variará em função do diâmetro das canalizações que atinjam o poço de visita, conforme a discriminação abaixo:

(1) Para canalizações de diâmetro até 0,30 m (12"), inclusive, diâmetro do balão igual a 1,0 m;

(2) Para canalizações de diâmetro acima de 0,30 m (12") e até 0,50 m (20"), inclusive, diâmetro do balão igual a 1,20 m.

(3) Para canalizações de diâmetro superior a 0,50 m, serão adotados tamanhos determinados, de tal forma que as curvas de junção dos coletores se desenvolvam dentro do poço e com raios de curvatura convenientes, de maneira a não causar modificações prejudiciais nas condições de escoamento.

**D. Canaleta interna** — Deverá concordar em forma e declividade com as canalizações que tenham acesso ao poço.

**E. Materiais de construção:** Os poços de visita poderão ser construídos em alvenaria de tijolos ou em anéis de concreto pré-fabricados ou fundidos no local. Cuidados especiais devem existir, para evitar infiltração de água subterrânea. Os poços terão um tampão de ferro fundido, que obedecerá ao modelo utilizado pela DAE.

## 7. TANQUES FLUXÍVEIS

Deverá ser evitada a utilização de tanques fluxíveis, estabelecendo-se, no projeto, condições que reduzam a possibilidade de deposições que, eventualmente, possam resultar em obstruções. A perfeita obediência às disposições destas Normas e Especificações, bastará para evitar o uso de tanques fluxíveis, com garantia de bom funcionamento do sistema de esgotos dentro de uma margem de segurança razoável, considerada a existência de um serviço normal de conservação e manutenção do sistema.

## 8. DISPOSIÇÕES DIVERSAS, RELATIVAS ÀS VÁRIAS ESTRUTURAS DO SISTEMA.

**A — Localização de canalizações nas ruas** — O lançamento de canalizações se fará, geralmente, ao longo do eixo central das ruas. A presença de outras canalizações ou obras referentes a outros serviços públicos, tais como água, luz, gás, telefone, telégrafo, águas pluviais, etc., ou peculiaridades dos traçados das ruas poderão determinar a necessidade de deslocamento dessa posição. Isto poderá acontecer, também, em casos de ruas ou logradouros de grande largura ou de intenso tráfego, em que, também, poderá ser considerada a possibilidade de dupla canalização.

**B. Traçado de coletores** — Os coletores deverão ser estendidos na medida do possível, visando a máxima utilização da metade útil da secção de escoamento e o aproveitamento da declividade natural do terreno para evitar aprofundamento. Essas duas condições constituem o princípio básico do projeto da rede de coletores, princípio cujo fundamento principal está na economia da construção, respeitadas as demais condições hidráulicas impostas nestas Normas.

**C. Localização dos poços de visita com relação às canalizações:** Os poços de visita terão por eixo de simetria o eixo da canalização, desde que o diâmetro ou

altura desta seja igual ou inferior a 1,80 m. Para os demais casos, os poços de visita poderão ser projetados com uma parede tangenciando uma das paredes da canalização, e com disposição alternada com relação ao eixo da canalização para poços consecutivos.

**D. Larguras de vala:** Para os cálculos de resistência das canalizações e avaliação dos volumes de escavação, a largura de valas de construção a ser considerada, obedecerá à tabela seguinte:

Diâmetro	LARGURA	
	Com escoramento	Sem escoramento
0,15	0,60	0,55
0,20	0,65	0,60
0,23	0,70	0,65
0,30	0,80	0,75
Acima de 0,30	$\phi + 0,60$	$\phi + 0,60$

$\phi$  = diâmetro.

## TERCEIRA PARTE

### PROJETO DE ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO DE ESGÓTOS (1.º ANEXO)

#### 1. GENERALIDADES

Quando forem necessárias estações elevatórias de esgoto, cuidados especiais deverão ser tomados na sua localização ou construção, para que fiquem a salvo de inundação. Um alojamento adequado, de preferência fora da faixa útil das ruas, deverá ser determinado. Sómente em casos excepcionais, deverão ser projetadas estações subterrâneas. O acesso fácil à estação será ponto fundamental a considerar.

#### 2. PROJETO

Os seguintes fatores deverão ser considerados no projeto das estações de bombeamento de esgoto:

**A — Tipo** — As estações de bombeamento de esgoto devem, de preferência, evitar bombas submersas. Se forem usadas bombas submersas, os motores deverão estar acima do nível do terreno e convenientemente alojados.

#### B — Estruturas

(1) **Acesso** — Quando forem empregadas instalações com bomba fora do poço de sucção, o poço de sucção e o local da bomba devem ser completamente separados com entradas independentes para cada um.

(2) **Remoção de bombas** — Deverá ser feita previsão adequada para facilitar a remoção de bombas e motores.

(3) **Escadas** — Escadas adequadas deverão ser previstas para acesso conveniente aos alojamentos de bombas (poços secos) e, também, para poços de sucção que tenham grades ou equipamento mecânico que requeiram inspeção e manutenção.

#### C — Bombas

(1) **Previsão de reserva** — Pelo menos, duas bombas ou ejetores deverão ser previstos. Quando existirem apenas duas unidades, elas devem ter a mes-

ma capacidade, cada uma com margem de segurança com relação à máxima vazão esperada. Quando existirem três ou mais unidades, elas deverão ser projetadas para as condições de vazão existente e com capacidade tal que, estando uma qualquer fora de serviço, as restantes possam atender à máxima vazão esperada.

(2) *Proteção contra obstrução* — A não ser que sejam usados ejetores, devem as bombas ser precedidas de grades com aberturas que não excedam 5 centímetros. Para condições especiais, em instalações de grande tamanho, poderão ser usados grades com limpeza mecânica ou dispositivos de moagem ou desintegração ("communitors"). Deverá receber consideração especial a remoção de elementos retidos nas grades.

(3) *Abertura das bombas* — A abertura de sucção e a de descarga das bombas não deverão ser inferiores a 10 cm (4") em diâmetro. As canalizações de sucção e descarga não deverão ter diâmetros menores do que 10 cm (4").

(4) *Escorvamento* — A não ser que sejam usadas bombas com dispositivo para auto-escorva, as bombas deverão ser colocadas de forma tal que operem com altura de sucção positiva, isto é, "afogadas".

(5) *Dispositivos elétricos* — Em lugares fechados onde o gás possa se acumular, deverão os dispositivos elétricos ser especificados com medidas protetoras contra situações perigosas.

(6) *Tomada de esgôto*: Cada bomba deve ter sua tomada própria. O projeto do poço de sucção deve ser tal que evite turbulência na proximidade das tomadas.

(7) *Drenagem do alojamento das bombas (poço seco)* — Deverá ser prevista uma bomba destinada à remoção de vazamento e drenagem, com descarga acima do nível de extravazão do poço de sucção. Uma conexão à sucção das bombas também é recomendada, como medida auxiliar.

(8) *Tipo de bombas* — As bombas deverão ser do tipo adequado para o bombeamento de esgotos e deverão ser especificadas tendo em vista catálogos de fabricantes especializados.

D. *Controles* — Os tubos para as boias de controle deverão ser localizados de maneira tal que não sejam afetados pela entrada de esgôto no poço ou pelas sucções das bombas. Os tubos de boias nos poços secos devem ter altura suficiente para que não extravazem. Em estações pequenas, com duas unidades, deve-se prevêr o funcionamento automático das bombas.

E. *Registros* — Registros de gaveta devem existir nas linhas de sucção e descarga de cada bomba. Uma válvula de retenção ou equivalente deve ser colocada em cada linha de descarga, entre o registro e a bomba.

#### F. *Poços de Sucção*

(1) — *Poços divididos* — Onde fôr importante a continuidade de serviço da estação de bombeamento, deverão os poços de sucção ser divididos em duas partes, convenientemente ligadas, para facilitar reparos e limpeza.

(2) — *Tamanho* — A capacidade efetiva do poço de sucção, abaixo da canalização de entrada, deverá evitar períodos de retenção de mais de 10 minutos para a vazão média de projeto.

(3) — *Declividade do fundo* — O fundo do poço de sucção deverá ter uma declividade mínima de 1:1 na direção da tomada das bombas.

G. *Ventilação* — Deverá existir ventilação adequada para as estações de bombeamento. Quando o alojamento das bombas (poço seco) estiver abaixo do nível do terreno, deverá existir ventilação mecânica para o poço seco e, também, para o poço de sucção, se neste existir qualquer dispositivo (grades, equipamento mecânico, etc.), que requeira inspecção. O equipamento de ventilação

deve ter capacidade mínima para 6 mudanças completas do ar por hora, quando a operação da estação é contínua. Com operação intermitente, a remoção completa deve existir cada 2 minutos.

**H. Medição de vazões** — Em estações de tamanho grande, deverão ser previstos dispositivos para medida de vazão e consumo de energia.

**I. Ligação com abastecimento de água potável** — Nenhuma ligação direta, entre uma fonte de suprimento de água potável e bombas ou encanamento de esgotos, poderá existir.

### 3 — FORNECIMENTO DE ENERGIA

Deverá a energia disponível provir de, pelo menos, duas fontes geradoras independentes, ou, então, deverá existir equipamento de emergência para gerar energia. Quando isso não fôr possível, um extravazor deve ser previsto em elevação tal que impeça inundações de instalações mais baixas que contribuem para a rête e impeça as águas elevadas do curso de água receptor de afetar seu funcionamento. Quando interrupções no fornecimento de energia determinarem condições que causem objeção, seja por causa da descarga pelo extravazor ou pela inundação de casas que contribuem para a rête de esgotos, serão obrigatórios os meios para operação de emergência.

## QUARTA PARTE

### CONDIÇÕES PARA PERMISSÃO DA LIGAÇÃO DE COLETORES PARTICULARES À RÊDE PÚBLICA DE ESGÓTOS (2.º ANEXO)

#### 1. GENERALIDADES

Em caráter provisório e até que a experiência venha a indicar a necessidade de sua modificação ou eliminação, ficam estabelecidas as seguintes regras para orientação do projetista sobre a aceitabilidade de resíduos industriais nos coletores da Repartição de Águas e Esgotos.

**A — Restrições:** Não serão permitidas descargas, contendo:

- (1) Alcalinidade cáustica calculada como carbonato de cálcio superior a 75 partes por milhão (em peso) quando o volume da descarga fôr considerado excessivo;
- (2) Matérias gordurosas ou graxas não saponificadas e em grande volume;
- (3) Sólidos em suspensão em quantidade superior a 500 partes por milhão em peso ou outros materiais que possam, eventualmente, ser causa de obstruções ao escoamento ou, ainda, danificar coletores, bombas ou outras partes do sistema de esgotamento ou causar quaisquer outras espécies de inconveniências, desde que os volumes em que sejam descarregados, sejam classificados como excessivos;
- (4) Ácidos minerais livres em quantidades classificadas como excessivas;
- (5) Substâncias explosivas ou inflamáveis.

**B — Medição de vazões:** Não serão permitidas descargas se qualquer instrumento ou forma de medida de vazão e providências para regularização de vazões não forem instalados desde que solicitados pela RAE em todos os casos em que sejam julgados necessários, devendo a descarga ser permitida, apenas, após a aprovação da RAE e o estabelecimento de um compromisso em que seja facultada à RAE toda a inspecção das instalações e consulta a todos os registros de medidas de vazão obrigatoriamente mantidos. O compromisso ainda poderá abranger a obrigatoriedade da existência e manutenção de uma Estação de Tratamento, também inspeccionável pela RAE, e que eliminate as causas

de proibição de descargas enfeixadas nos itens A ou B, passando então, a ser admitida a descarga.

## 2. RESPONSABILIDADE

A responsabilidade, pelo cumprimento do disposto acima, assim como pela fixação de volumes aceitáveis e outras providências, fica afeta à 2.<sup>a</sup> S. T. DA RAE, a quem caberá, também, responder consultas em todos os casos em que ligações de indústrias tenham de ser consideradas em projetos de rãdes de esgotos sanitários.

## QUINTA PARTE

### TABELAS PARA APLICAÇÃO DA FÓRMULA DE GANGUILLET-KUTTER

#### 1. OBJETIVO

Para facilidade daquêles que projetam rãdes de esgôto e que desejem empregar a fórmula de Ganguillet-Kutter, recomendada nas presentes Normas, foram elaboradas as presentes tabelas para os valores seguintes do coeficiente n:

$$n = 0,013$$

$$n = 0,0125$$

$$n = 0,012$$
.

O planejamento das tabelas foi feita pelo Autor, que teve a auxiliá-lo nos cálculos a Engenheira Inês R. Caruso, cuja valiosa cooperação uma vez mais agradece.

#### 2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA E EMPREGO.

As tabelas são de dupla entrada e permitem com uma leitura direta, entrando com o diâmetro da canalização e a declividade, obter a vazão a 1/2 secção e a correspondente velocidade. Além disso, para diâmetros pequenos, de 150 mm (6") a 0,38 m (15") existe numa coluna adicional que indica para os diversos pares diâmetro-declividade qual a vazão à que corresponde a velocidade de 0,45 m/s, mínima velocidade aceitável numa canalização de esgôtos. Constitue pois essa coluna valioso auxiliar nos cálculos de verificação de condições reinantes na rãde de esgôtos quando as vazões são baixas. No corpo das Normas há referências aos casos de pequenas velocidades e às precauções a serem tomadas.

#### 3. TABELAS.

D.A.E.- S.T.E.

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET - KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.00155}{n}}{\sqrt{R}} + \frac{1}{n}$$

$n = 0.013$  { Tubos de concreto, cimento-armamento e gres  
cerâmico de comprimento 0.60 a 1.50 m.

CALC. por: José Meiches  
Ines R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m.	D = 0.15 m. - 6"			D = 0.20 m. - 8"			D = 0.25 m. - 9"		
	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} seccão}$ l/seg.	$Q_{0.45m/seg.}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} seccão}$ l/seg.	$Q_{0.45m/seg.}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} seccão}$ l/seg.	$Q_{0.45m/seg.}$ l/seg.
0.003	0.42	3.82	4.61	0.53	8.59	4.75	0.57	11.70	4.91
0.004	0.48	4.42	3.25	0.61	9.89	3.50	0.67	13.75	3.64
0.005	0.54	4.94	2.53	0.68	11.02	2.79	0.74	15.18	2.92
0.006	0.59	5.42	2.09	0.75	12.16	2.31	0.82	16.83	2.42
0.007	0.64	5.86	1.79	0.81	13.13	2.00	0.88	18.06	2.09
0.008	0.69	6.26	1.56	0.86	13.94	1.75	0.94	19.29	1.84
0.009	0.73	6.64	1.39	0.91	14.75	1.54	1.00	20.52	1.65
0.010	0.77	6.99	1.26	0.97	15.72	1.42	1.05	21.55	1.50
0.015	0.94	8.59	0.86	1.18	19.13	0.98	1.29	26.47	1.03
0.020	1.09	9.92	0.66	1.37	22.21	0.75	1.49	30.57	0.79
0.025	1.22	11.09	0.54	1.53	24.80	0.62	1.67	34.27	0.65
0.030	1.33	12.15	0.52	1.67	27.07	0.53	1.83	37.55	0.56
0.035	1.44	13.12	0.40	1.81	29.34	0.46	1.98	40.63	0.49
0.040	1.54	14.04	0.36	1.94	31.45	0.41	2.12	43.50	0.43
0.045	1.63	14.89	0.32	2.05	33.23	0.37	2.25	46.17	0.39
0.050	1.72	15.71	0.29	2.16	35.01	0.34	2.37	48.63	0.35
0.055	1.80	16.46	0.27	2.27	36.80	0.31	2.48	50.89	0.33
0.060	1.88	17.20	0.25	2.37	38.42	0.28	2.59	53.15	0.30
0.065	1.96	17.89	0.23	2.46	39.88	0.26	2.70	55.40	0.28
0.070	2.03	18.57	0.22	2.56	41.50	0.25	2.80	57.46	0.26
0.075	2.11	19.22	0.20	2.65	42.96	0.23	2.90	59.51	0.25
0.080	2.18	19.86	0.19	2.73	44.25	0.22	2.99	61.35	0.24
0.090	2.31	21.07	0.18	2.90	47.01	0.21	3.18	65.25	0.22
0.100	2.43	22.21	0.16	3.06	49.60	0.18	3.34	68.54	0.19
0.150	2.98	27.21	0.11	3.75	60.79	0.13	4.10	84.13	0.14

D.A.E.-S.T.E.

(2)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET - KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.00158}{n}}{\sqrt{R}} \left( 23 + \frac{0.00158}{n} \right)$$

$n = 0.013$  { Tubos de concreto, cimento-arenito e grés  
cerâmico de comprimento 0.60 a 1.50 m.

CALC. por: José Meiches  
Inas R. Ceruso

São Paulo - 1954

DECLIVID m/m	D = 0.25 m - 10"			D = 0.30 m - 12"			D = 0.38 m - 15"		
	V m/seg.	Q <sub>1/2 seção</sub> l/seg	Q <sub>0.45m/seg</sub> l/seg	V m/seg.	Q <sub>1/2 seção</sub> l/seg	Q <sub>0.45m/seg</sub> l/seg	V m/seg.	Q <sub>1/2 seção</sub> l/seg	Q <sub>0.45m/seg</sub> l/seg
0.001							0.49	27.93	18.03
0.002	0.51	12.91	7.91	0.59	21.52	8.36	0.69	39.33	8.98
0.003	0.63	15.95	5.08	0.72	26.27	5.42	0.85	48.45	5.92
0.004	0.72	18.26	3.76	0.83	30.29	4.07	0.98	55.86	4.47
0.005	0.81	20.50	3.03	0.93	33.93	3.27	1.10	62.70	3.62
0.006	0.89	22.53	2.53	1.02	37.21	2.74	1.21	68.97	3.02
0.007	0.96	24.30	2.19	1.10	40.13	2.37	1.31	74.67	2.62
0.008	1.03	26.07	1.92	1.18	43.05	2.09	1.40	79.80	2.31
0.009	1.09	27.59	1.72	1.25	45.60	1.87	1.48	84.36	2.07
0.010	1.15	29.11	1.57	1.32	48.15	1.70	1.56	88.92	1.89
0.015	1.41	35.69	1.08	1.62	59.10	1.18	1.92	109.44	1.31
0.020	1.63	41.26	0.83	1.87	68.22	0.91	2.21	125.97	1.01
0.025	1.82	46.07	0.69	2.09	76.24	0.75	2.47	140.79	0.84
0.030	1.99	50.37	0.59	2.29	83.54	0.64	2.71	154.47	0.71
0.035	2.15	54.42	0.51	2.47	90.11	0.56	2.92	166.44	0.62
0.040	2.30	58.22	0.45	2.65	96.67	0.49	3.13	178.41	0.55
0.045	2.44	61.76	0.41	2.81	102.51	0.45	3.32	189.24	0.51
0.050	2.57	65.06	0.37	2.96	107.98	0.41	3.50	199.50	0.46
0.055	2.70	68.35	0.35	3.10	113.09	0.38	3.67	209.19	0.43
0.060	2.82	71.38	0.32	3.24	118.19	0.35	3.86	220.02	0.40
0.065	2.93	74.17	0.30	3.37	122.94	0.33	3.99	227.43	0.37
0.070	3.05	77.21	0.28	3.50	127.68	0.31	4.15	236.55	0.35
0.075	3.15	79.74	0.26	3.62	132.06	0.29	4.29	244.53	0.32
0.080	3.26	82.52	0.25	3.74	136.43	0.28	4.43	252.51	0.31
0.085	3.35	84.80	0.24	3.86	140.81	0.26	4.57	260.49	0.29
0.090	3.45	87.33	0.23	3.97	144.83	0.25	4.69	267.33	0.28

D.A.E.-S.T.E.

(3)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET - KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.00155}{n}}{\frac{n}{VR}} + \frac{1}{L}$$

$n = 0,043$  { Tubos de concreto, cimento-armário e gres  
cerâmico de comprimento 0,60 a 1,50 m.

CALC. por: Jose Mesches  
Inas R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m.	$D = 0.40 \text{ m.}$		$D = 0.45 \text{ m.}$		$D = 0.50 \text{ m.}$	
	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} \text{ secção}}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} \text{ secção}}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} \text{ secção}}$ l/seg.
0.0010	0.50	31.42	0.55	43.74	0.60	58.90
0.0015	0.62	38.96	0.68	54.07	0.73	71.67
0.0020	0.72	45.24	0.79	62.82	0.85	83.45
0.0025	0.81	50.89	0.88	69.98	0.95	93.27
0.0030	0.88	55.29	0.97	77.14	1.04	102.10
0.0035	0.96	60.32	1.04	82.70	1.13	110.94
0.0040	1.02	64.09	1.11	88.27	1.21	118.79
0.0045	1.08	67.86	1.18	93.83	1.28	125.66
0.0050	1.15	72.26	1.25	99.40	1.35	132.54
0.0055	1.20	75.40	1.31	104.17	1.41	138.43
0.0060	1.25	78.54	1.37	108.94	1.48	145.30
0.0065	1.31	82.31	1.42	112.92	1.54	151.19
0.0070	1.36	85.45	1.48	117.69	1.60	157.08
0.0075	1.40	87.96	1.53	121.67	1.65	161.99
0.0080	1.45	91.11	1.58	125.64	1.70	166.90
0.0085	1.49	93.62	1.63	129.62	1.76	172.79
0.0090	1.54	96.76	1.68	133.60	1.81	177.70
0.0095	1.58	99.27	1.72	136.78	1.86	182.60
0.0100	1.62	101.79	1.77	140.75	1.91	187.51
0.0150	1.98	124.41	2.17	172.56	2.34	229.73
0.0200	2.29	143.88	2.50	198.80	2.70	265.07
0.0250	2.57	161.48	2.80	222.66	3.02	296.49
0.0300	2.81	176.56	3.07	244.13	3.31	324.96
0.0350	3.04	191.01	3.31	263.22	3.58	351.47
0.0400	3.24	203.58	3.52	279.92	3.83	376.01

D.A.E.-S.T.E.

(4)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET - KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.00155}{n}}{\frac{n}{V^2}} \left( 23 + \frac{1}{n} \right)$$

$n = 0.013$  { Tubos de concreto, cimento-amianto e grés  
cerâmico de comprimento 0,60 a 1,50 m.

CALC. por: José Meiches  
Inas R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m	D = 0.60 m.		D = 0.70 m.		D = 0.80 m.	
	V m/seg.	Q $\frac{1}{2}$ seção l/seg.	V m/seg.	Q $\frac{1}{2}$ seção l/seg.	V m/seg.	Q $\frac{1}{2}$ seção l/seg.
0.0005	0.48	67.86	0.53	101.98	0.59	148.28
0.0010	0.68	96.13	0.76	146.24	0.83	208.60
0.0015	0.84	118.75	0.94	180.88	1.03	258.87
0.0020	0.97	137.13	1.08	207.82	1.19	299.08
0.0025	1.09	154.09	1.21	232.83	1.33	334.27
0.0030	1.19	168.23	1.33	255.92	1.46	366.94
0.0035	1.29	182.37	1.43	275.16	1.58	397.10
0.0040	1.38	195.09	1.53	294.41	1.69	424.74
0.0045	1.46	206.40	1.63	313.65	1.79	449.88
0.0050	1.54	217.71	1.72	330.97	1.89	475.01
0.0060	1.69	238.92	1.88	361.75	2.07	520.25
0.0070	1.82	257.30	2.03	390.62	2.24	562.97
0.0080	1.95	275.67	2.17	417.56	2.39	600.67
0.0090	2.07	292.64	2.31	444.50	2.54	638.37
0.0100	2.18	308.19	2.43	467.59	2.67	671.05
0.0150	2.67	377.46	2.98	573.42	3.28	824.36
0.0200	3.09	436.84	3.45	663.86	3.78	950.02
0.0250	3.45	487.73	3.85	740.83	4.23	1063.12
0.0300	3.78	534.39	4.22	812.02	4.64	1166.16

D.A.E.-S.T.E.

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET - KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.00155}{n}}{\frac{n}{\sqrt{R}}} + \frac{1}{R}$$

$n = 0.013$  { Tubos de concreto, cimento-amianto e grés  
cerâmico de comprimento 0.60 a 150 m.

CALC. por: José Maiches  
Inas R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m	$D = 0.90\text{ m}$		$D = 1.00\text{ m}$		$D = 1.10\text{ m}$	
	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} seção}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} seção}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} seção}$ l/seg.
0.0003	0.49	155.86	0.53	208.13	0.56	266.09
0.0004	0.57	181.31	0.61	239.55	0.65	308.86
0.0005	0.64	203.58	0.69	270.96	0.73	346.87
0.0006	0.70	222.66	0.75	294.52	0.80	380.13
0.0007	0.75	238.56	0.81	318.09	0.87	413.39
0.0008	0.81	257.65	0.87	341.65	0.93	441.90
0.0009	0.86	273.55	0.93	365.21	0.99	470.41
0.0010	0.91	289.46	0.98	384.85	1.05	498.92
0.0015	1.12	356.26	1.20	471.24	1.28	608.21
0.0020	1.29	410.33	1.39	545.85	1.48	703.25
0.0025	1.45	461.23	1.56	612.61	1.66	788.78
0.0030	1.59	505.76	1.71	671.52	1.82	864.04
0.0035	1.72	547.11	1.84	722.57	1.97	936.08
0.0040	1.83	582.10	1.97	773.62	2.10	997.85
0.0045	1.94	617.09	2.09	820.74	2.23	1059.62
0.0050	2.05	652.08	2.20	863.94	2.36	1121.40
0.0060	2.24	712.51	2.42	950.33	2.58	1225.93
0.0070	2.43	772.95	2.61	1024.95	2.79	1325.71
0.0080	2.59	823.84	2.79	1095.63	2.98	1416.00
0.0090	2.75	874.74	2.96	1162.39	3.16	1501.53
0.0100	2.90	922.45	3.12	1225.22	3.33	1582.31
0.0150	3.56	1132.39	3.82	1500.11	4.08	1938.68
0.0200	4.11	1307.34	4.42	1735.73	4.72	2242.79

D.A.E.-S.T.E.

(6)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET-KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.009158}{n} + \frac{1}{VR}}{(23 + \frac{0.009158}{n})}$$

$n = 0.0125$  { Tubos de concreto, cimento-amianto e gres  
cerâmico de comprimento 1,50 a 3,00 m.

CALC. por: José Meiches  
Ines R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m	D = 0.15 m - 6"			D = 0.20 m - 8"			D = 0.23 m - 9"		
	V m/seg	Q <sub>1/2</sub> seção l/seg	Q <sub>0.45</sub> m <sup>3</sup> /seg l/seg	V m/seg	Q <sub>1/2</sub> seção l/seg	Q <sub>0.45</sub> m <sup>3</sup> /seg l/seg	V m/seg	Q <sub>1/2</sub> seção l/seg	Q <sub>0.45</sub> m <sup>3</sup> /seg l/seg
0.002							0.49	10.05	
0.003	0.44	4.01	4.61	0.56	9.09	4.75	0.61	12.52	4.91
0.004	0.51	4.65	3.25	0.64	10.39	3.50	0.70	14.36	3.64
0.005	0.57	5.20	2.53	0.72	11.69	2.79	0.78	16.01	2.92
0.006	0.63	5.75	2.09	0.79	12.82	2.31	0.86	17.65	2.42
0.007	0.68	6.20	1.79	0.85	13.79	2.00	0.93	19.08	2.09
0.008	0.72	6.57	1.56	0.91	14.77	1.75	0.99	20.31	1.84
0.009	0.77	7.02	1.39	0.96	15.58	1.54	1.06	21.75	1.65
0.010	0.81	7.39	1.26	1.02	16.55	1.42	1.11	22.78	1.50
0.015	0.99	9.03	0.86	1.25	20.29	0.98	1.36	27.91	1.03
0.020	1.15	10.49	0.66	1.44	23.37	0.75	1.57	32.22	0.79
0.025	1.28	11.68	0.54	1.61	26.13	0.62	1.76	36.11	0.65
0.030	1.41	12.86	0.52	1.77	28.73	0.53	1.93	39.60	0.56
0.035	1.52	13.87	0.40	1.91	31.00	0.46	2.08	42.68	0.49
0.040	1.62	14.78	0.36	2.04	33.11	0.41	2.23	45.76	0.43
0.045	1.72	15.69	0.32	2.16	35.06	0.37	2.37	48.63	0.39
0.050	1.82	16.60	0.29	2.28	37.00	0.34	2.49	51.09	0.35
0.055	1.90	17.33	0.27	2.39	38.79	0.31	2.61	53.56	0.33
0.060	1.99	18.15	0.25	2.50	40.57	0.28	2.72	55.81	0.30
0.065	2.07	18.88	0.23	2.60	42.20	0.26	2.84	58.28	0.28
0.070	2.15	19.61	0.22	2.70	43.82	0.25	2.95	60.53	0.26
0.075	2.22	20.25	0.20	2.79	45.28	0.23	3.06	62.79	0.25
0.080	2.30	20.98	0.19	2.88	46.74	0.22	3.15	64.64	0.24
0.090	2.44	22.26	0.18	3.06	49.66	0.21	3.35	68.74	0.22
0.100	2.60	23.72	0.16	3.23	52.42	0.18	3.52	72.23	0.19
0.150	3.15	28.74	0.11	3.95	64.11	0.13	4.32	88.65	0.14

D.A.E. S.T.E.

(7)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET-KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.00188}{n}}{\frac{n}{10}} \quad (23 + \frac{0.00188}{n})$$

$n = 0.0125$  { Tubos de concreto, cimento-amianto e grès  
cerâmico de comprimento 1,50 a 5,00 m

CALC. por: José Meiches  
Inácio R. Corrêa

São Paulo - 1954

DECLIVID m/m	D = 0,25 m - 10"			D = 0,30 m - 12"			D = 0,38 m - 18"		
	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} \text{ secção}}$ l/seg.	$Q_{0,45 \text{ m}^2/\text{seg}}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} \text{ secção}}$ l/seg.	$Q_{0,45 \text{ m}^2/\text{seg}}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} \text{ secção}}$ l/seg.	$Q_{0,45 \text{ m}^2/\text{seg}}$ l/seg.
0.001				0.43	15.69		0.51	29.07	18.03
0.002	0.54	13.67	7.91	0.62	22.62	8.36	0.73	41.61	8.98
0.003	0.66	16.71	5.08	0.76	27.72	5.42	0.90	51.30	5.92
0.004	0.76	19.24	3.76	0.88	32.10	4.07	1.03	58.71	4.47
0.005	0.85	21.52	3.03	0.98	35.75	3.27	1.16	66.12	3.62
0.006	0.93	23.54	2.53	1.07	39.03	2.74	1.27	72.39	3.02
0.007	1.01	25.57	2.19	1.16	42.32	2.37	1.37	78.09	2.62
0.008	1.08	27.34	1.92	1.24	45.23	2.09	1.47	83.79	2.31
0.009	1.14	28.86	1.72	1.32	48.15	1.87	1.56	88.92	2.07
0.010	1.21	30.63	1.57	1.39	50.71	1.70	1.64	93.48	1.89
0.015	1.48	37.46	1.08	1.70	62.02	1.18	2.01	114.57	1.31
0.020	1.71	43.29	0.83	1.97	71.87	0.91	2.32	132.24	1.01
0.025	1.92	48.60	0.69	2.20	80.26	0.75	2.60	148.20	0.84
0.030	2.10	53.16	0.59	2.41	87.92	0.64	2.85	162.45	0.71
0.035	2.27	57.46	0.51	2.60	94.85	0.56	3.07	174.99	0.62
0.040	2.42	61.26	0.45	2.78	101.41	0.49	3.29	187.53	0.55
0.045	2.57	65.06	0.41	2.95	107.62	0.45	3.49	198.93	0.51
0.050	2.72	68.60	0.37	3.11	113.45	0.41	3.68	209.76	0.46
0.055	2.85	72.14	0.35	3.27	119.29	0.38	3.86	220.02	0.43
0.060	2.97	75.18	0.32	3.41	124.40	0.35	4.02	229.14	0.40
0.065	3.08	77.97	0.30	3.55	129.50	0.33	4.19	238.83	0.37
0.070	3.21	81.26	0.28	3.68	134.25	0.31	4.36	248.52	0.35
0.075	3.32	84.04	0.26	3.81	138.99	0.29	4.50	256.50	0.32
0.080	3.43	86.82	0.25	3.94	143.73	0.28	4.65	265.05	0.31
0.085	3.53	89.36	0.24	4.06	148.11	0.26	4.80	273.60	0.29
0.090	3.63	91.89	0.23	4.18	152.49	0.25	4.93	281.08	0.28

D.A.E.- S.T.E.

FÓRMULA DE GANGUILLET - KUTTER :  $C = \frac{23 + \frac{0.00125}{n}}{\sqrt{R}} (23 + \frac{0.00125}{n})$

$n = 0.0125$  { Tubos de concreto, cimento-amianto e gres  
cerâmico de comprimento 1.50 a 3.00 m.

CALC. por: José Meiches  
Ines R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID m/m	$D = 0.40\text{ m}$		$D = 0.45\text{ m}$		$D = 0.50\text{ m}$	
	V m/seg	$Q_{\frac{1}{2} seção}$ l/seg	V m/seg	$Q_{\frac{1}{2} seção}$ l/seg	V m/seg	$Q_{\frac{1}{2} seção}$ l/seg
0.0008					0.56	54.98
0.0009					0.59	57.92
0.0010	0.53	33.30	0.58	46.12	0.63	61.85
0.0015	0.65	40.84	0.71	56.46	0.77	75.59
0.0020	0.75	47.12	0.82	65.21	0.89	87.37
0.0025	0.85	53.41	0.92	73.16	1.00	98.17
0.0030	0.93	58.43	1.01	80.32	1.10	107.99
0.0035	1.00	62.83	1.09	86.68	1.18	115.85
0.0040	1.07	67.23	1.17	93.04	1.27	124.68
0.0045	1.14	71.63	1.24	98.61	1.34	131.55
0.0050	1.20	75.40	1.31	104.17	1.41	138.43
0.0055	1.26	79.17	1.38	109.74	1.48	145.30
0.0060	1.32	82.94	1.44	114.51	1.55	152.17
0.0065	1.37	86.08	1.49	118.49	1.61	158.06
0.0070	1.43	89.85	1.55	123.26	1.68	164.93
0.0075	1.47	92.36	1.60	127.23	1.73	169.84
0.0080	1.52	95.50	1.66	132.01	1.79	175.73
0.0085	1.57	98.65	1.71	135.98	1.85	181.62
0.0090	1.61	101.16	1.76	139.96	1.90	186.53
0.0095	1.66	104.30	1.81	143.93	1.95	191.44
0.0100	1.70	106.81	1.85	147.11	2.00	196.35
0.0150	2.08	130.69	2.28	181.31	2.46	241.51
0.0200	2.41	151.42	2.63	209.14	2.84	278.82
0.0250	2.70	169.65	2.94	233.79	3.17	311.21
0.0300	2.95	185.35	3.22	256.06	3.47	340.67
0.0350	3.19	200.43	3.47	275.94	3.75	368.16
0.0400	3.41	214.26	3.70	294.23	4.01	393.68

D.A.E.-S.T.E.

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET-KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.009185}{n}}{\frac{n}{V^2}} (23 + \frac{0.009185}{n})$$

$n = 0,0125$  { Tubos de concreto, cimento-armamento e grãos  
cerâmico de comprimento 150 a 3,00 m.

CALC. por José Meiches  
Ines R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m	$D = 0.60\text{ m}$		$D = 0.70\text{ m}$		$D = 0.80\text{ m}$	
	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2}}\text{ secção}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2}}\text{ secção}$ l/seg.	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2}}\text{ secção}$ l/seg.
0.0005	0.50	70.69	0.56	107.76	0.61	153.31
0.0010	0.71	100.37	0.79	152.01	0.87	218.65
0.0015	0.88	124.41	0.98	188.57	1.08	271.43
0.0020	1.00	141.37	1.13	217.44	1.25	314.16
0.0025	1.14	161.16	1.27	244.38	1.40	351.86
0.0030	1.25	176.71	1.39	267.47	1.53	384.53
0.0035	1.35	190.85	1.50	288.63	1.66	417.20
0.0040	1.44	203.57	1.61	309.80	1.77	444.85
0.0045	1.53	216.30	1.71	329.04	1.87	469.98
0.0050	1.61	227.61	1.80	346.36	1.98	497.63
0.0060	1.77	250.23	1.97	379.07	2.16	542.87
0.0070	1.91	270.02	2.13	409.86	2.34	588.11
0.0080	2.04	288.40	2.28	438.72	2.50	628.32
0.0090	2.17	306.78	2.42	465.66	2.65	666.02
0.0100	2.28	322.33	2.55	490.68	2.80	703.72
0.0150	2.80	395.84	3.12	600.36	3.43	862.05
0.0200	3.24	458.04	3.61	694.65	3.96	995.26
0.0250	3.62	511.77	4.03	775.46	4.43	1113.38
0.0300	3.96	559.83	4.42	850.51	4.86	1221.45

D.A.E.-S.T.E.

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET - KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.09186}{n}}{\frac{n}{V^2} (23 + \frac{0.09186}{n})}$$

$n = 0.0125$  { Tubos de concreto, cimento-armamento e grão  
cerâmico de comprimento 1.50 a 300 m.

CALC. por: José Meiches  
Inas R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVIO. m/m.	$D = 0.90\text{ m.}$		$D = 1.00\text{ m.}$		$D = 1.10\text{ m.}$	
	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} \text{ secção}}$ $\ell/\text{seg}$	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} \text{ secção}}$ $\ell/\text{seg}$	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2} \text{ secção}}$ $\ell/\text{seg}$
0.0003	0.51	162.22	0.55	215.98	0.59	280.35
0.0004	0.59	187.67	0.64	251.33	0.68	323.11
0.0005	0.67	213.12	0.72	282.74	0.76	361.13
0.0006	0.73	232.20	0.78	306.31	0.84	399.14
0.0007	0.79	251.29	0.85	333.79	0.91	432.40
0.0008	0.85	270.37	0.91	357.36	0.97	460.91
0.0009	0.90	286.28	0.97	380.92	1.03	489.42
0.0010	0.95	302.18	1.02	400.55	1.09	517.93
0.0015	1.17	372.16	1.26	494.80	1.34	636.72
0.0020	1.35	429.42	1.46	573.34	1.55	736.51
0.0025	1.51	460.31	1.63	640.10	1.74	826.79
0.0030	1.66	528.02	1.79	702.93	1.90	902.82
0.0035	1.80	572.56	1.93	757.91	2.06	978.84
0.0040	1.92	610.73	2.06	808.96	2.20	1045.37
0.0045	2.03	645.72	2.19	860.01	2.34	1111.89
0.0050	2.14	680.71	2.30	903.21	2.46	1168.91
0.0060	2.35	747.51	2.53	993.53	2.70	1282.95
0.0070	2.54	807.94	2.73	1072.07	2.92	1387.49
0.0080	2.71	862.01	2.92	1146.68	3.12	1482.52
0.0090	2.88	916.09	3.10	1217.37	3.28	1558.55
0.0100	3.68	1170.56	3.27	1284.13	3.48	1653.58
0.0150	3.72	1183.28	4.00	1570.80	4.27	2028.96
0.0200	4.30	1367.77	4.62	1814.27	4.93	2342.57

D.A.E.-S.T.E.

(11)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET - KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.09188}{n} + \frac{1}{h}}{\frac{n}{h} (23 + \frac{0.09188}{n})}$$

$n = 0.012$  { Tubos de concreto, cimento-amianto e grès  
cerâmico de comprimento > 3,00 m.

CALC. por: José Maiches  
Inas R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m.	D = 0.15 m - 6"			D = 0.20 m - 8"			D = 0.23 m - 9"		
	V m/seg.	Q $\frac{1}{4}$ seção l/seg.	Q 0.45m <sup>2</sup> /seg. l/seg.	V m/seg.	Q $\frac{1}{4}$ seção l/seg.	Q 0.45m <sup>2</sup> /seg. l/seg.	V m/seg.	Q $\frac{1}{4}$ seção l/seg.	Q 0.45m <sup>2</sup> /seg. l/seg.
0.002							0.52	10.67	
0.003	0.47	4.29	4.61	0.59	9.58	4.75	0.64	13.13	4.91
0.004	0.54	4.93	3.25	0.68	11.04	3.50	0.74	15.18	3.64
0.005	0.60	5.47	2.53	0.76	12.33	2.79	0.83	17.03	2.92
0.006	0.66	6.02	2.09	0.83	13.47	2.31	0.91	18.67	2.42
0.007	0.72	6.57	1.79	0.90	14.61	2.00	0.98	20.11	2.09
0.008	0.77	7.02	1.56	0.96	15.58	1.75	1.05	21.55	1.84
0.009	0.81	7.39	1.39	1.02	16.55	1.54	1.11	22.78	1.65
0.010	0.86	7.85	1.26	1.08	17.53	1.42	1.17	24.01	1.50
0.015	1.05	9.58	0.86	1.32	21.42	0.98	1.44	29.55	1.03
0.020	1.21	11.04	0.66	1.52	24.67	0.75	1.66	34.06	0.79
0.025	1.36	12.41	0.54	1.70	27.59	0.62	1.86	38.17	0.65
0.030	1.49	13.59	0.52	1.86	30.19	0.53	2.04	41.86	0.56
0.035	1.60	14.60	0.40	2.01	32.62	0.46	2.20	45.14	0.49
0.040	1.72	15.69	0.36	2.15	34.89	0.41	2.35	48.22	0.43
0.045	1.82	16.60	0.32	2.28	37.00	0.37	2.50	51.30	0.39
0.050	1.92	17.52	0.29	2.41	39.11	0.34	2.63	53.97	0.35
0.055	2.01	18.34	0.27	2.52	40.90	0.31	2.76	56.63	0.33
0.060	2.10	19.16	0.25	2.64	42.85	0.28	2.88	59.10	0.30
0.065	2.19	19.98	0.23	2.74	44.47	0.26	3.00	61.56	0.28
0.070	2.27	20.71	0.22	2.85	46.25	0.25	3.11	63.82	0.26
0.075	2.35	21.44	0.20	2.95	47.88	0.23	3.23	66.28	0.25
0.080	2.43	22.17	0.19	3.04	49.34	0.22	3.33	68.33	0.24
0.090	2.58	23.54	0.18	3.23	52.42	0.21	3.53	72.44	0.22
0.100	2.72	24.81	0.16	3.41	55.34	0.18	3.72	76.33	0.19
0.150	3.33	30.38	0.11	4.17	67.68	0.13	4.56	93.57	0.14

D.A.E.-S.T.E.

(12)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET-KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.09158}{n} + \frac{1}{VR}}{(23 + \frac{0.09158}{n})}$$

$n = 0.012$  { Tubos de concreto, cimento-amiante e grés  
cerâmico de comprimento > 300 m.

CALC. por: José Meiches  
Inas R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID m/m	D = 0.25 m - 10°			D = 0.30 m. - 12°			D = 0.38 m. - 15°		
	V m/seg.	Q f/secção l/seg.	Q <sub>0.45</sub> m <sup>3</sup> /seg.	V m/seg.	Q f/secção l/seg.	Q <sub>0.45</sub> m <sup>3</sup> /seg.	V m/seg.	Q f/secção l/seg.	Q <sub>0.45</sub> m <sup>3</sup> /seg.
0.001				0.45	16.42		0.54	30.78	18.03
0.002	0.57	14.43	7.91	0.65	23.71	8.36	0.77	43.89	8.98
0.003	0.70	17.72	5.08	0.80	29.18	5.42	0.94	53.58	5.92
0.004	0.81	20.50	3.76	0.92	33.56	4.07	1.09	62.13	4.47
0.005	0.90	22.78	3.03	1.03	37.57	3.27	1.22	69.54	3.62
0.006	0.99	25.06	2.53	1.13	41.22	2.74	1.33	75.81	3.02
0.007	1.07	27.08	2.19	1.22	44.51	2.37	1.45	82.65	2.62
0.008	1.14	28.86	1.92	1.31	47.79	2.09	1.55	88.35	2.31
0.009	1.21	30.63	1.72	1.39	50.71	1.87	1.64	93.48	2.07
0.010	1.27	32.15	1.57	1.46	53.26	1.70	1.73	98.61	1.89
0.015	1.56	39.49	1.08	1.79	65.30	1.18	2.12	120.84	1.31
0.020	1.81	45.82	0.83	2.07	75.51	0.91	2.45	139.65	1.01
0.025	2.02	51.13	0.69	2.32	84.63	0.75	2.74	156.18	0.84
0.030	2.21	55.94	0.59	2.54	92.66	0.64	3.00	171.00	0.71
0.035	2.39	60.50	0.51	2.74	99.95	0.56	3.23	184.11	0.62
0.040	2.56	64.80	0.45	2.93	106.89	0.49	3.46	197.22	0.55
0.045	2.71	68.60	0.41	3.11	103.45	0.45	3.68	209.76	0.51
0.050	2.86	72.40	0.37	3.28	119.65	0.41	3.87	220.59	0.46
0.055	3.00	75.94	0.35	3.44	125.49	0.38	4.06	231.42	0.43
0.060	3.13	79.23	0.32	3.59	130.96	0.35	4.23	241.11	0.40
0.065	3.25	82.27	0.30	3.74	136.43	0.33	4.41	251.37	0.37
0.070	3.38	85.56	0.28	3.88	141.54	0.31	4.58	261.06	0.35
0.075	3.50	88.60	0.26	4.02	146.65	0.29	4.74	270.18	0.32
0.080	3.62	91.63	0.25	4.15	151.39	0.28	4.90	279.30	0.31
0.085	3.72	94.17	0.24	4.28	156.13	0.26	5.05	287.85	0.29
0.090	3.83	96.95	0.23	4.40	160.51	0.25	5.19	295.83	0.28

D.A.E.-S.T.E.

(13)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET-KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.00155}{n}}{\frac{n}{TR}} \left( 23 + \frac{0.00155}{n} \right)$$

$n = 0.012$  { Tubos de concreto, cimento-amiante e grès  
cerâmico de comprimento > 3,00 m.

CALC. por: José Meiches  
Inas R. Garuso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m.	$D = 0,40\text{m.}$		$D = 0,45\text{m.}$		$D = 0,50\text{m.}$	
	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2}\text{ seccão}}$ l/seg	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2}\text{ seccão}}$ l/seg	V m/seg.	$Q_{\frac{1}{2}\text{ seccão}}$ l/seg
0.0008					0.59	57.92
0.0009					0.62	60.87
0.0010	0.56	35.18	0.61	48.51	0.66	64.79
0.0015	0.68	42.72	0.75	59.64	0.81	79.52
0.0020	0.79	49.64	0.87	69.18	0.94	92.28
0.0025	0.89	55.92	0.97	77.14	1.05	103.08
0.0030	0.98	61.57	1.07	85.09	1.15	112.90
0.0035	1.06	66.60	1.15	91.45	1.24	121.74
0.0040	1.13	71.00	1.23	97.81	1.33	130.57
0.0045	1.20	75.40	1.31	104.17	1.41	138.43
0.0050	1.27	79.80	1.38	109.74	1.49	146.28
0.0055	1.32	82.94	1.45	115.31	1.56	153.15
0.0060	1.39	87.34	1.51	120.08	1.63	160.02
0.0065	1.44	90.48	1.57	124.85	1.70	166.90
0.0070	1.50	94.25	1.63	129.62	1.76	172.79
0.0075	1.55	97.39	1.69	134.39	1.82	178.68
0.0080	1.60	100.53	1.75	139.16	1.88	184.57
0.0085	1.65	103.67	1.80	143.14	1.94	190.46
0.0090	1.70	106.81	1.85	147.11	2.00	196.35
0.0095	1.74	109.33	1.90	151.09	2.05	201.26
0.0100	1.79	112.47	1.95	155.07	2.10	206.17
0.0150	2.19	137.60	2.39	190.06	2.58	253.29
0.0200	2.53	158.96	2.76	219.48	2.98	292.56
0.0250	2.84	178.44	3.09	245.72	3.33	326.92
0.0300	3.11	195.41	3.39	269.58	3.65	358.34
0.0350	3.36	211.11	3.65	290.25	3.94	386.81
0.0400	3.59	225.57	3.89	309.34	4.22	414.30

D.A.E.-S.T.E.

(14)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET - KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.00158}{n}}{\sqrt{n}} \left( 23 + \frac{0.00158}{n} \right)$$

$n = 0.012$  { Tubes de concreto, cimento-amiante e gres  
cerâmico de comprimento > 3,00 m.

CALC. por: José Meiches  
Ines R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m	$D = 0,60\text{ m.}$		$D = 0,70\text{ m.}$		$D = 0,80\text{ m.}$	
	V m/sec.	$Q_{\text{seccão}}$ $\ell/\text{seg.}$	V m/sec.	$Q_{\text{seccão}}$ $\ell/\text{seg.}$	V m/sec.	$Q_{\text{seccão}}$ $\ell/\text{seg.}$
0.0005	0.53	74.93	0.58	111.60	0.64	160.85
0.0010	0.75	106.03	0.83	159.71	0.92	231.22
0.0015	0.92	130.06	1.03	198.19	1.13	284.00
0.0020	1.07	151.27	1.19	228.98	1.31	329.24
0.0025	1.20	169.65	1.33	255.92	1.47	369.45
0.0030	1.31	185.20	1.46	280.94	1.60	402.12
0.0035	1.42	200.75	1.58	304.03	1.74	437.31
0.0040	1.51	213.47	1.68	323.27	1.85	464.96
0.0045	1.61	227.61	1.79	344.44	1.97	495.12
0.0050	1.70	240.33	1.89	363.68	2.07	520.25
0.0060	1.86	262.95	2.07	398.31	2.27	570.51
0.0070	2.01	284.16	2.24	431.03	2.45	615.75
0.0080	2.14	302.54	2.39	459.89	2.62	658.48
0.0090	2.27	320.91	2.54	488.75	2.78	698.69
0.0100	2.40	339.29	2.67	513.77	2.94	738.90
0.0150	2.94	415.63	3.28	631.15	3.60	904.78
0.0200	3.40	480.66	3.79	729.28	4.15	1043.01
0.0250	3.80	537.21	4.23	813.95	4.65	1168.67
0.0300	4.16	588.11	4.63	890.92	5.09	1279.26

D.A.E.-S.T.E.

(15)

$$\text{FÓRMULA DE GANGUILLET-KUTTER : } C = \frac{23 + \frac{0.0015L}{n} + \frac{1}{R}}{(23 + \frac{0.0015L}{n})}$$

$n = 0.012$  { Tubos de concreto, cimento-amianto e grão  
cerâmico de comprimento > 3,00 m.

CALC. por: José Meiches  
Ines R. Caruso

São Paulo - 1954

DECLIVID. m/m.	0 a 0.90 m.		0 a 1.00 m.		0 a 1.10 m.	
	V m/seg.	Q $\frac{1}{2}$ seção l/seg.	V m/seg.	Q $\frac{1}{2}$ seção l/seg.	V m/seg.	Q $\frac{1}{2}$ seção l/seg.
0.0003	0.53	168.59	0.58	227.77	0.62	294.60
0.0004	0.62	197.21	0.67	263.11	0.72	342.12
0.0005	0.70	222.66	0.75	294.52	0.80	380.13
0.0006	0.77	244.93	0.82	322.01	0.88	418.15
0.0007	0.83	264.01	0.89	349.50	0.96	456.16
0.0008	0.89	283.10	0.95	373.06	1.02	484.67
0.0009	0.94	299.00	1.02	400.55	1.08	513.18
0.0010	1.00	318.09	1.07	420.19	1.15	546.44
0.0015	1.23	391.25	1.32	518.36	1.41	669.98
0.0020	1.42	451.68	1.53	600.83	1.62	769.77
0.0025	1.59	505.76	1.71	671.52	1.82	864.80
0.0030	1.74	553.47	1.87	734.35	1.99	945.58
0.0035	1.88	598.00	2.02	793.25	2.15	1021.61
0.0040	2.01	639.35	2.16	848.23	2.30	1092.88
0.0045	2.13	677.52	2.29	899.28	2.45	1164.16
0.0050	2.25	715.69	2.41	946.41	2.58	1225.93
0.0060	2.46	782.49	2.65	1040.65	2.82	1339.97
0.0070	2.66	846.11	2.86	1123.12	3.05	1449.26
0.0080	2.85	906.55	3.06	1201.66	3.26	1549.04
0.0090	3.02	960.62	3.24	1272.35	3.46	1644.08
0.0100	3.18	1011.52	3.42	1343.03	3.65	1734.36
0.0150	3.90	1240.54	4.19	1645.41	4.47	2124.00
0.0200	4.51	1434.57	4.84	1900.67	5.17	2456.61

### BIBLIOGRAFIA

- 1) Sewerage and Sewage Treatment, W. A. Hardenbergh, third edition, first printing February 1950, International Textbook Company, Scranton, Pennsylvania.
- 2) Manuel de L'assainissement urbain, Karl Imhoff, tradução de Pierre Koch, deuxième édition, Dunod, Paris, France, 1947.
- 3) Tentative Standards for Sewage Works, Upper Mississippi River Board of Public Health Engineers and Great Lakes Board of Public Health Engineers, Jan. 1951.
- 4) Handbook of Applied Hydraulics, C. V. Davis, 2nd edition — McGraw Hill Company, Inc., 1952.
- 5) Hydraulics, George E. Russel — Fifth Edition, August 1950, Henry Holland Company New York.
- 6) Sewerage and Sewage Treatment Harold E. Babbitt, Seventh Edition 1953, John Wiley & Sons, Inc., New York, Chapman & Hall, Ltd., London.

## Argilas e Minérios Industriais “Aremina” S. A.



REFRATÁRIOS, DIVERSOS TIPOS E CLASSES — GRÉS — ANTIACÍDOS  
— PLACAS — TIJOLOS — TUBOS — TORNEIRAS — TANQUES —  
ARGILAS MOÍDAS PARA FUNDIÇÕES:  
TERRA FULLER PARA REFINAÇÃO DE ÓLEOS.

FÁBRICA

ESTRADA DO GUAPIRA - Junto ao N.º 21 84

Fone: 3-0879

ESCRITÓRIO CENTRAL

R. BARÃO DE JAGUARA, 1024/30

Fone: 37-7541 (Ráde Interna)