

Parte prática - Pratical Questions

Preencha a primeira secção com os seus dados pessoais. É OBRIGATÓRIO!

Deve responder às questões, à mão, numa folha de papel branca, identificada. Só pode submeter uma versão desta parte do exame, num ficheiro PDF.

Tempo total para esta parte: 35 minutos.

Tempo para upload: 5 minutos.

Após o tempo devido, não são permitidas entregas. Assegure-se de ENVIAR ANTES DO LIMITE DE TEMPO

Fill the first section with your personal data. It is MANDATORY!

You should answer the questions in an identified blank paper, by hand. You can only submit one version of this part of the exam, in a PDF file.

Total time for this Part: 35 minutes.

time to upload: 5 minutes.

After the due time, No more submissions are allowed. Make sure you SUBMIT BEFORE the TIME LIMIT.

* Required

1. Email address *

2. Nome do aluno / Student's Name: *

3. Número IST / IST number: *

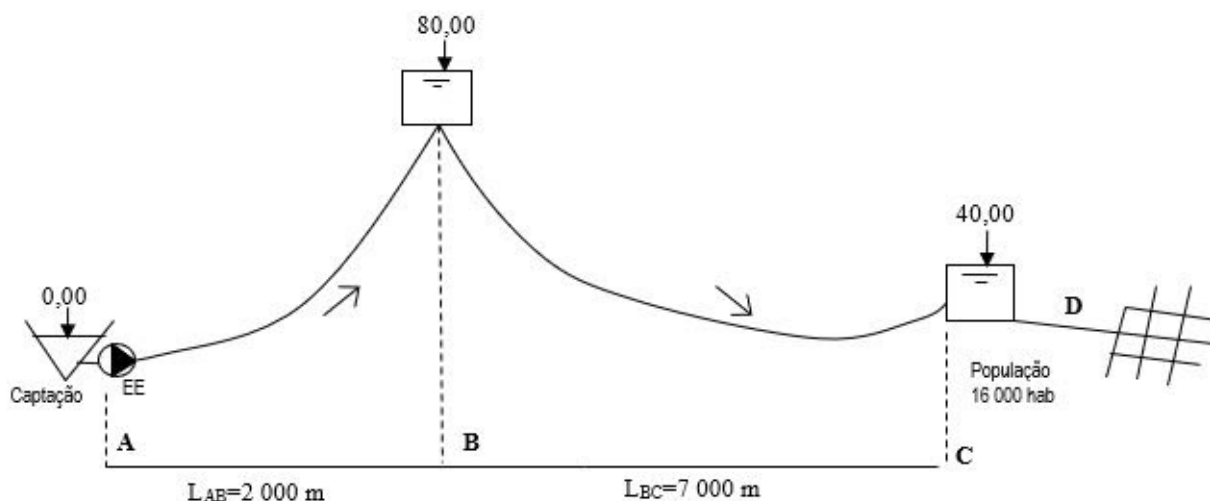
4. Selecione a opção / Make a selection: *

Mark only one oval.

- Pretendo a versão em português. Skip to question 5
- I would like the english version. Skip to question 6

Parte
prática
A

Considere o sistema adutor ABC representado na figura, que capta água num rio (localizado em A) e abastece uma população de 16 000 habitantes no ano 40 (localizada em C), com os caudais médios e d dimensionamento que constam no quadro.



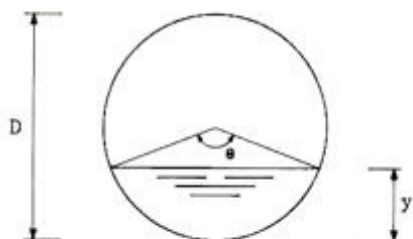
Ano	Qmed (L/s)	Caudais de dimensionamento			
		Qponta Diário (L/s)		Qponta Mensal	
		AB	BC	AB	BC
2020	23,1	45,8	38,2	39,7	33,1
2040	30,0	59,4	49,5	51,5	42,9
2060	37,0	73,3	61,1	63,6	53,0

- a) Determine o caudal de dimensionamento da conduta D imediatamente a jusante do reservatório C que abastece a rede distribuição. (1,5)
- b) Dimensione a conduta gravítica BC de forma otimizada indicando os diâmetros a adotar e as respetivas extensões por forma a minimizar o investimento inicial no reservatório de distribuição. Considere o material adotado para as condutas polietileno de alta densidade (PEAD) com $KS=100 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ e a seguinte gama de diâmetros nominais (DN): 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450 e 500 mm. Admita que estes diâmetros correspondem aos diâmetros interiores e que não variam com a classe de pressão. (3,0)
- c) Supondo que o volume de regularização para fazer face às flutuações ao longo do dia é de 35% do caudal do dia de máximo consumo, calcule o volume do reservatório de distribuição à população (localizado em C), de acordo com as disposições regulamentares. Considere o grau de risco da zona igual a 2 e uma avaria de 8 h. (2,5)

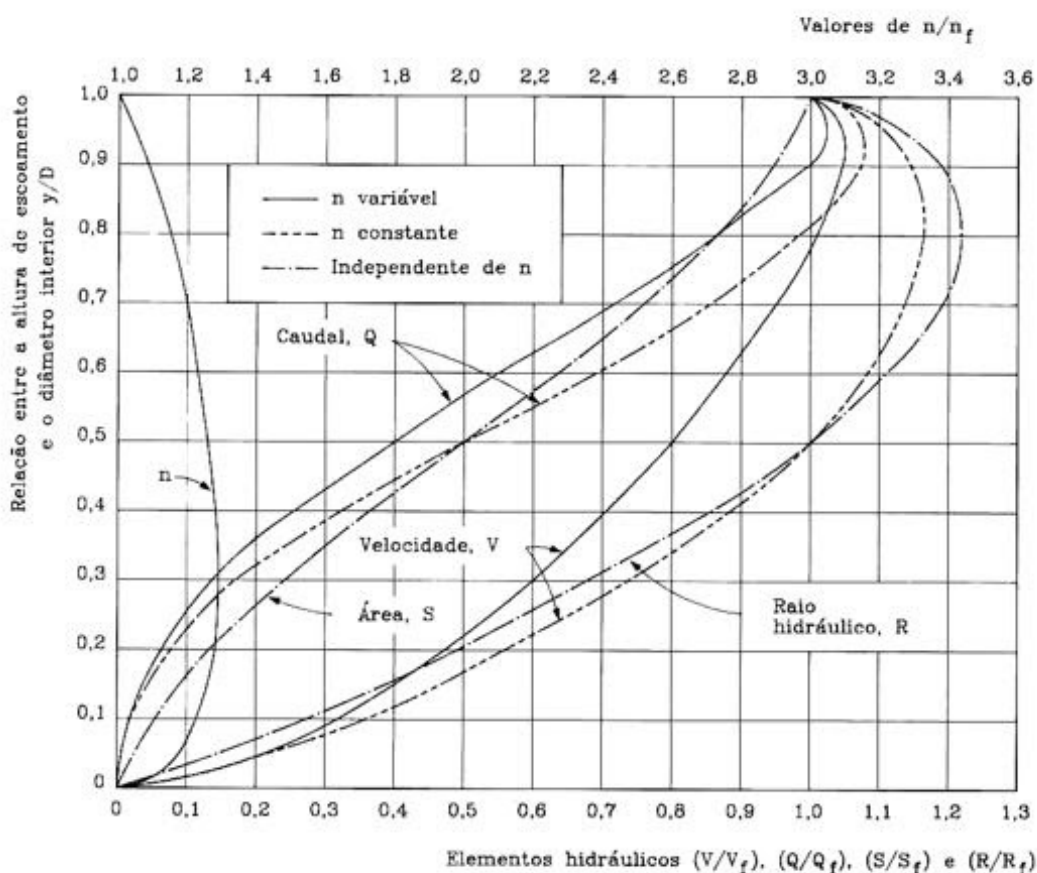
Fórmula de Manning-Strickler

$$Q = K_s S R^{2/3} i^{1/2}$$

$$\theta_{n+1} = \text{sen } \theta_n + 6,063 \left(\frac{Q}{K \sqrt{i}} \right)^{0,8} D^{-1,6} \theta_n^{0,4}$$



- (1) Diâmetro: D
 - (2) Ângulo ao centro: $\theta = 2 \arcsin (1-2y/D)$
 - (3) Altura de escoamento: $y = (1/2)(1-\cos \theta/2) D$
 - (4) Área: $S = (1/8)(\theta - \text{sen } \theta) D^2$
 - (5) Perímetro molhado: $P = 1/2 \theta D$
 - (6) Raio hidráulico: $R = (1/4) \left(\frac{\theta - \text{sen } \theta}{\theta} \right) D$
- $0 \leq \theta \leq 2\pi$



- $fp = 2 + \frac{70}{\sqrt{Pop}}$
- $fp = 1,5 + \frac{60}{\sqrt{Pop}}$

EXTRACTO DO DECRETO REGULAMENTAR Nº 23/95, DE 23 DE AGOSTO
REGULAMENTO GERAL DOS SISTEMAS PÚBLICOS E PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E DE
DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

Artigo 21º

Dimensionamento hidráulico

1. No dimensionamento hidráulico deve ter-se em conta a minimização dos custos, que deve ser conseguida através de uma combinação criteriosa de diâmetros, observando-se as seguintes regras:
 - a) A velocidade de escoamento para o caudal de ponta no horizonte de projeto não deve exceder o valor calculado pela expressão: $V = 0,127 D^{0,4}$, onde V é a velocidade limite (m/s) e D o diâmetro interno da tubagem (mm);
 - b) A velocidade de escoamento para o caudal de ponta no ano de início de exploração do sistema não deve ser inferior a 0,30 m/s e nas condutas onde não seja possível verificar este limite devem prever-se dispositivos adequados para descarga periódica;
 - c) A pressão máxima, estática ou de serviço, em qualquer ponto de utilização não deve ultrapassar os 600 kPa medida ao nível do solo;
 - d) Não é aceitável grande flutuação de pressões em cada nó do sistema, impondo-se uma variação máxima ao longo do dia de 300 kPa;
 - e) A pressão de serviço em qualquer dispositivo de utilização predial para o caudal de ponta não deve ser, em regra, inferior a 100 kPa o que, na rede pública e ao nível do arruamento, corresponde aproximadamente a:

$$H = 100 + 40 n$$

onde H é a pressão mínima (kPa) e n o número de pisos acima do solo, incluindo o piso térreo; em casos especiais, é aceitável uma redução daquela pressão mínima, a definir, caso a caso, em função das características do equipamento.

Artigo 133º

Dimensionamento hidráulico-sanitário

1. No dimensionamento hidráulico-sanitário devem ser adotados as seguintes regras:
 - a) A velocidade máxima de escoamento para o caudal de ponta no horizonte de projeto não deve exceder 3m/s nos coletores domésticos e 5 m/s nos coletores unitários e separativos pluviais;
 - b) A velocidade de escoamento para o caudal de ponta no início de exploração não deve ser inferior a 0,6m/s para coletores domésticos e a 0,9 m/s para coletores unitários e separativos pluviais;
 - c) Sendo inviáveis os limites referidos na alínea b), como sucede nos coletores de cabeceira, devem estabelecer-se declives que assegurem estes valores limites para o caudal de secção cheia;
 - d) Nos coletores unitários e separativos pluviais, a altura da lâmina líquida para a velocidade máxima referida na alínea a) deve ser igual à altura total;
 - e) Nos coletores domésticos, a altura da lâmina líquida não deve exceder 0,5 da altura total para diâmetros iguais ou inferiores a 500 mm e 0,75 para diâmetros superiores a este valor;
 - f) A inclinação dos coletores não deve ser, em geral, inferior a 0,3% nem superior a 15%;
 - g) Admitem-se inclinações inferiores a 0,3% desde que seja garantido o rigor do nivelamento, a estabilidade do assentamento e o poder de transporte;
 - h) Quando houver necessidade de inclinações superiores a 15%, devem prever-se dispositivos especiais de ancoragem dos coletores;

[...]

Artigo 70º

Dimensionamento hidráulico

1. O dimensionamento hidráulico dos reservatórios com funções de regularização consiste na determinação da sua capacidade de armazenamento, que deve ser o somatório das necessidades para regularização e reserva de emergência.
2. A capacidade para regularização depende das flutuações de consumo que se devem regularizar por forma a minimizar os investimentos do sistema adutor e do reservatório.
3. O sistema adutor é geralmente dimensionado para o caudal do dia de maior consumo, devendo a capacidade do reservatório ser calculada para cobrir as flutuações horárias, ao longo do dia.
4. Pode ainda o sistema adutor ser dimensionado para o caudal diário médio do mês de maior consumo, devendo a capacidade do reservatório ser então calculada para cobrir também as flutuações diárias ao longo desse mês.
5. Definidas as flutuações de consumo a regularizar, a capacidade do reservatório é determinada em função da variação, no tempo, dos caudais de entrada e de saída, através de métodos gráficos ou numéricos.
6. A capacidade para reserva de emergência deve ser o maior dos valores necessários para incêndio ou avaria.
7. Para reserva de água para incêndio é função do grau de risco da zona e não deve ser inferior aos valores seguintes:

75 m ³ -	grau 1;
125 m ³ -	grau 2;
200 m ³ -	grau 3;
300 m ³ -	grau 4;
A definir caso a caso – grau 5.	
8. A reserva de água para avarias deve ser fixada admitindo que:
 - a) A avaria se dá no período mais desfavorável, mas não simultaneamente em mais de uma conduta alimentadora;
 - b) A sua localização demora entre uma e duas horas quando a conduta é acessível por estrada ou caminho transitável, ou ainda em pontos afastados de não mais de 1 km e demora mais meia hora para cada quilómetro de conduta não acessível por veículos motorizados;
 - c) A reparação demora entre quatro e seis horas, incluindo-se neste tempo o necessário para o esvaziamento da conduta, reparação propriamente dita, reenchimento e desinfeção.
9. Em reservatórios apenas com a função de equilíbrio de pressões, a capacidade da torre de pressão deve corresponder no mínimo ao volume consumido durante quinze minutos em caudal de ponta.
10. Independentemente das condições de alimentação do reservatório, a capacidade de armazenamento do sistema deve ser:

$$V \geq K Q_{md} t$$

onde Q_{md} é o caudal médio diário anual (metros cúbicos) do aglomerado e K um coeficiente que toma os seguintes valores mínimos:

$K = 1,0$ para aglomerados populacionais superiores a 100 000 habitantes;

$K = 1,25$ para aglomerados populacionais compreendidos entre 10 000 e 100 000 habitantes;

$K = 1,5$ para aglomerados populacionais compreendidas entre 1 000 e 10 000 habitantes;

$K = 2,0$ para aglomerados populacionais inferiores a 1 000 habitantes e para zonas de maior risco, nomeadamente aerogares, estabelecimentos hospitalares e quartéis.

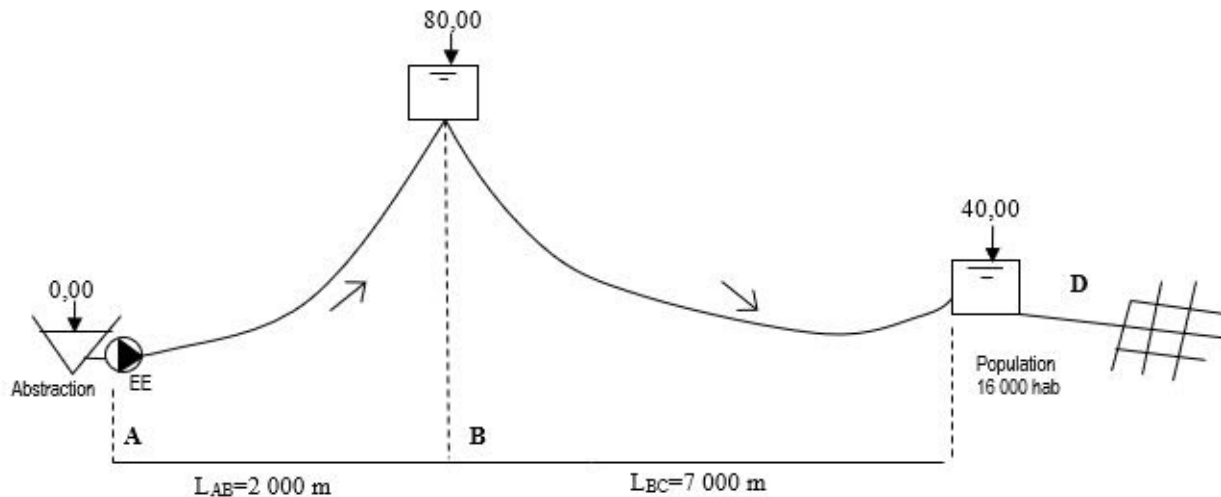
[...]

5. Por favor, faça o upload do ficheiro PDF com a resposta às cinco perguntas anteriores. *

Files submitted:

Pratical
Questions
A

Consider the main trunk pipe system ABC represented in the figure, which takes water from a river (located in A) and supplies a population of 16 000 inhabitants (located on C) in year 2060 with the average and design flows presented in the table.



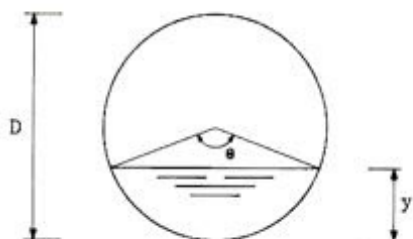
Year	Q _{average} (L/s)	Design flow			
		Q _{dailypeak} (L/s)		Q _{monthpeak} (L/s)	
		AB	BC	AB	BC
2020	23,1	45,8	38,2	39,7	33,1
2040	30,0	59,4	49,5	51,5	42,9
2060	37,0	73,3	61,1	63,6	53,0

- a) Determine the design flow of the pipe D immediately downstream of reservoir C that supplies the water distribution network. (1,5)
- b) Make an optimized design of the main trunk by gravity BC indicating the diameters that should be used and their length to minimize the initial investment in the distribution tanks. Consider the pipe material is high density polyethylene (HDPE) with $KS = 100 \text{ m}^1/3\text{s}^{-1}$ and the following range of nominal diameters (DN): 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450 and 500 mm. Assume that these diameters are the inside diameters and does not change with pressure class. (3,0)
- c) Assuming that the regulation volume for the water tank needed to regularize the fluctuations during the day is 35% of the peak daily volume, calculate the total volume of the distribution water tank of the population (located in C), in accordance with the regulations. Consider the firefighting degree of risk equal to 2 and a break failure of 8 h. (2,5)

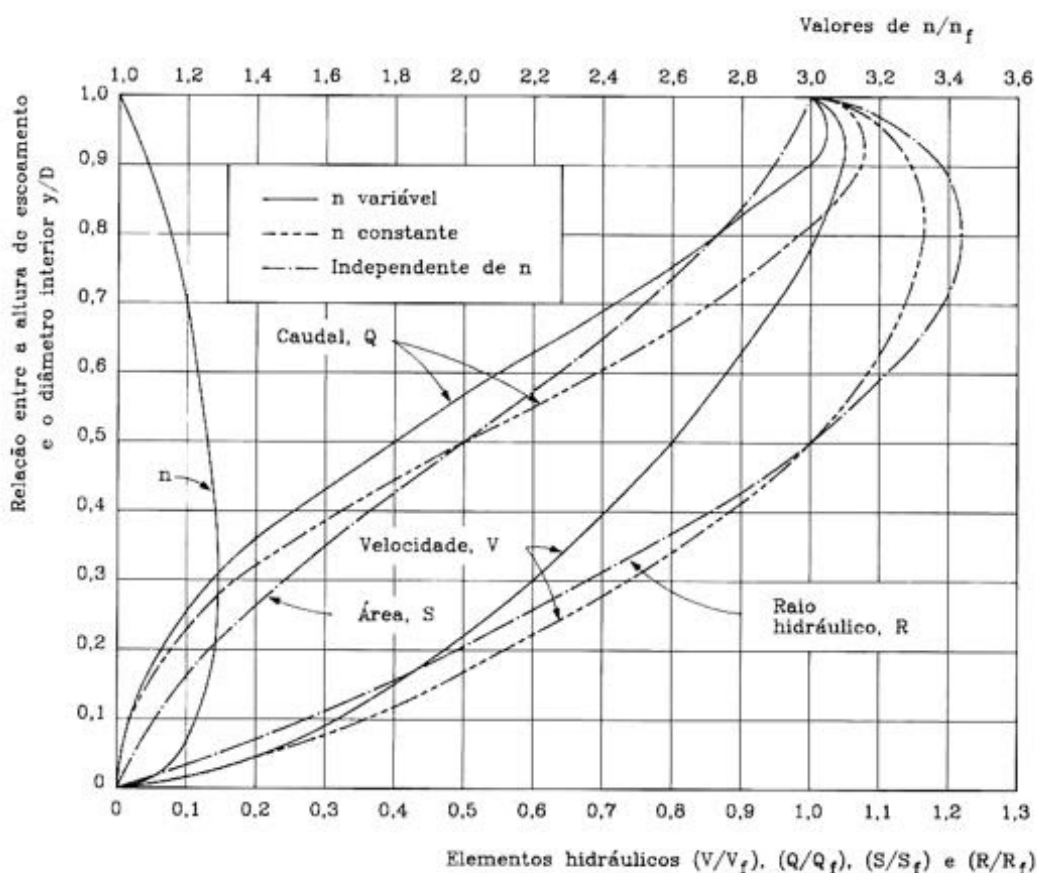
Fórmula de Manning-Strickler

$$Q = K_s S R^{2/3} i^{1/2}$$

$$\theta_{n+1} = \text{sen } \theta_n + 6,063 \left(\frac{Q}{K \sqrt{i}} \right)^{0,8} D^{-1,6} \theta_n^{0,4}$$



- (1) Diâmetro: D
 - (2) Ângulo ao centro: $\theta = 2 \arcsin(1 - 2y/D)$
 - (3) Altura de escoamento: $y = (1/2)(1 - \cos \theta/2) D$
 - (4) Área: $S = (1/8)(\theta - \text{sen } \theta) D^2$
 - (5) Perímetro molhado: $P = 1/2 \theta D$
 - (6) Raio hidráulico: $R = (1/4) \left(\frac{\theta - \text{sen } \theta}{\theta} \right) D$
- $0 \leq \theta \leq 2\pi$



- $fp = 2 + \frac{70}{\sqrt{Pop}}$
- $fp = 1,5 + \frac{60}{\sqrt{Pop}}$

LEGISLATION**Artigo 21º****Hydraulic design**

1. In the hydraulic design, cost minimization must be taken into account, which must be achieved through a careful combination of diameters, observing the following rules:
 - a) The flow velocity for the peak flow in the project horizon must not exceed the value calculated by the equation: $V = 0,127 D^{0,4}$, where V is the maximum velocity (m/s) and D the internal diameter of the pipes (mm);
 - b) The peak flow in the year the system starts operating should not be less than 0.30 m / s and in the pipes where it is not possible to check this limit, adequate devices for periodic discharge must be provided;
 - c) The maximum pressure, static or service, at any point of use must not exceed 600 kPa measured at ground level;
 - d) It is not acceptable to have a large fluctuation of pressures in each node of the system, imposing a maximum variation throughout the working day of 300 kPa;
 - e) The service pressure in any device for building use for peak flow should not, as a rule, be less than 100 kPa which in the public network and at ground level corresponds approximately to:

$$H = 100 + 40 n$$

where H is the minimum pressure (kPa) and n the number of floors above the ground, including the ground floor; in special cases, reduction of that minimum pressure is acceptable, to be defined, case by case, according to the characteristics of the equipment.

Artigo 133.º**Hydraulic design**

1. In the hydraulic and sanitary sizing, the following rules should be adopted:
 - a) Maximum velocity for peak flow in design year is 3 m/s for domestic sewer networks and 5 m/s for combined and stormwater systems;
 - b) The minimum velocity in year 0 is 0,6 m/s for domestic sewer networks and 0.9 m/s for combined and separate stormwater systems.
 - c) If the constraints of b) are not met, the slope needs to be changes until the limits set in b) are met for full section flow.
 - d) In combined and separate stormwater systems the flow height for the maximum velocity mentioned in a) should equal the diameter of the pipe;
 - e) In domestic sewers the flow height should not exceed 0.5 of the diameter for diameters equal or lower than 500 mm, and 0.75 for diameters higher than 500 mm;
 - f) Slope should be between 0.3% and 15%;
 - g) Slopes lower than 0.3% can be accepted as long as the levelling of the pipe, stability and transport capacity are guaranteed.
 - h) When there is the need to install pipes with a slope higher than 15% special devices to secure the pipes should be ensured.

[...]

Artigo 70º

Water tanks volume design

8. The hydraulic design of water tanks with regularization functions consists in determining its storage capacity, which should be the sum of the requirements for regularization and emergency reserve.
9. Capacity for regularization depends on the consumption fluctuation that should be regularized in order to minimize the global investment in the pipeline system and the water tanks.
10. The pipeline system is generally designed for the highest daily average flow consumption, and the tank capacity calculated to cover the hourly fluctuations throughout the day.
11. The main trunk system can also be designed to the average daily flow for the highest month average flow consumption, and the capacity of the water tanks is then calculated to also cover daily fluctuations during that month.
12. Defined the fluctuations of consumption, the capacity of the water tank is evaluated by the variation in time of the input and output flow through a graphical or numerical methods.
13. Capacity for emergency reserve shall be the greater of the required values for firefighting or a failure of the system.
14. For water volume reserve for firefighting is a function of the risk zone degree and must not be less than the following values:
 - 75 m³ - grade 1;
 - 125 m³ - grade 2;
 - 200 m³ - grade 3;
 - 300 m³ - grade 4;
 - To be set case by case – grade 5.
9. The water volume for failure must be fixed assuming that:
 - a) the failure occurs in the most unfavorable time, but not simultaneously in more than one main trunk system;
 - b) Its location takes between one and two hours to be found, when the pipe is accessible by road or path passable, or in locations remote from no more than 1 km and takes another half hour for each kilometer of pipe not accessible by motorized vehicles;
 - c) The repair takes between four and six hours, including the time required for emptying the pipe, repair itself, refilling and disinfecting.
10. Water tanks with the only function of pressure balance, the volume of the pressure tower must be at least the amount consumed for fifteen minutes of peak consumption.
- ▲ 11. Independent of the feeding conditions of the water tank, the storage capacity of the system must be:

$$V \geq K Q_{md}$$
 where Q_{md} is the annual average daily consumption volume (cubic meters) of the settlement and K a coefficient that takes the following minimum values:
 - $K = 1,0$ for settlements with more than 100 000 inhabitants;
 - $K = 1,25$ for settlements between 10 000 and 100 000 inhabitants;
 - $K = 1,5$ for settlements between 1 000 and 10 000 inhabitants.
 - $K = 2,0$ for settlements with less than 1 000 inhabitants and areas of highest risk, including airfields, headquarters and hospital establishments.

[...]

6. Please upload the PDF file with the answer to the five previous questions. *

Files submitted:

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

