

Projeto de Irrigação por Aspersão Convencional



Dados:

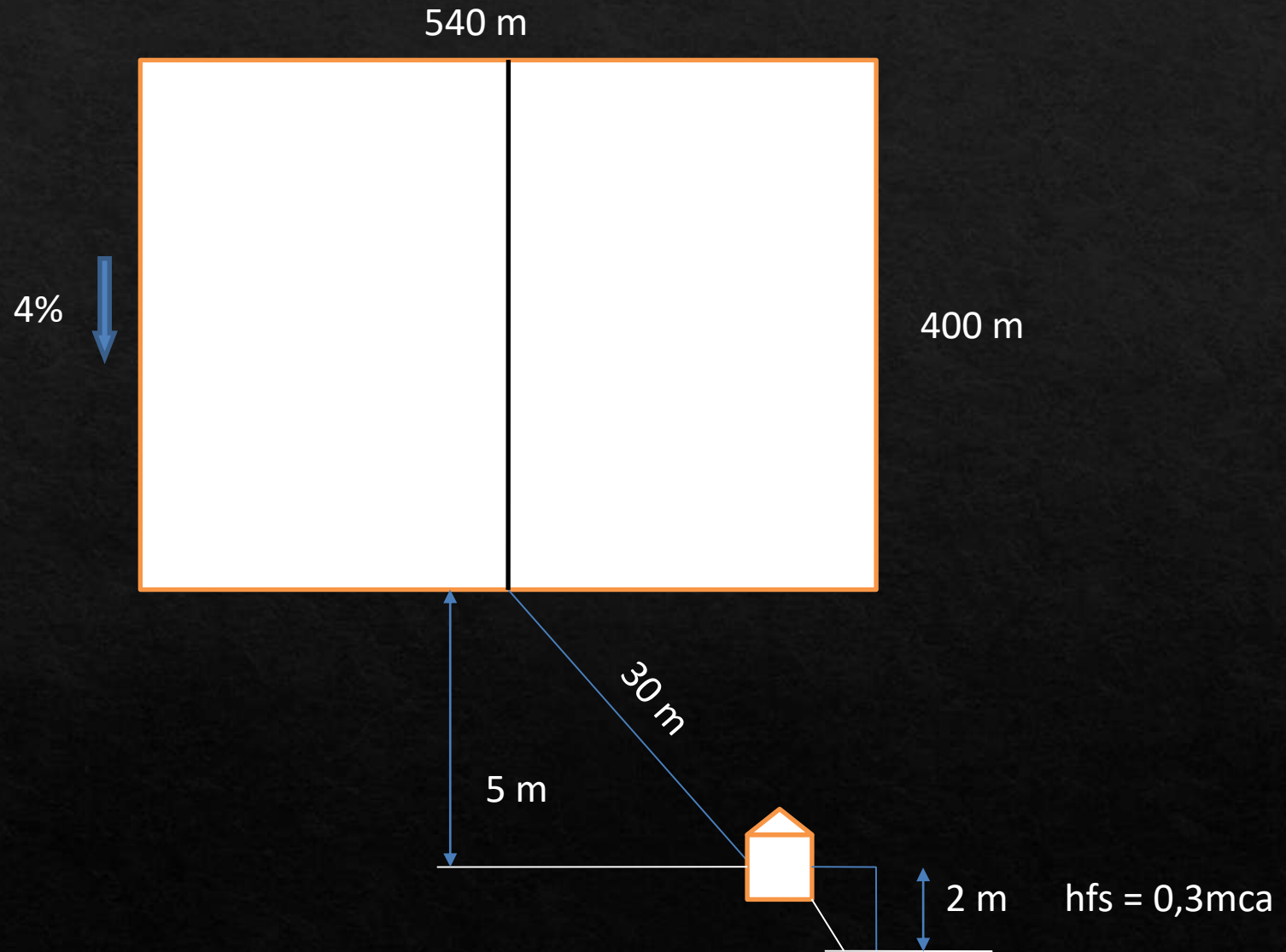
Cultura }
• alfafa $z = 40 \text{ cm}$
• K_c crítico = 1,0
• fator de disponibilidade
 $f = 0,5$

Clima } $E_{to \text{ max normal}} = 4,5 \text{ mm/dia}$

Solo } $U_{cc} = 32\%$ $U_{pmp} = 36\%$
 $d_s = 1,2 \text{ g/cm}^3$ $VIB = 10 \text{ mm/h}$

Sistema de Irrigação }
• aspersão convencional
• eficiência sistema = 80%
• rendimento NB = $\eta = 60\%$

Jornada de trabalho = 12 h / dia



Passo 1) Seleção dos Aspersores

usaremos Agropolo NY 30
haste = 1 m { bocas 6,20 mm x 4,60 mm
 | Vermelho longo

Lembrar { > espaçamentos ↓ \$ mão de obra
 | > pressão ↑ \$ energia ↑ hf perm.

Sendo $VIB = 30 \text{ mm/h}$, testar quais
espaçamentos poderiam ser utilizados
neste projeto. Escolher mais adequado

Catálogo

PS (mca)	Ø alcance (m)	qe (m ³ /h)
20	30,40	2,88
25	31,60	3,22
30	33,40	3,53
35	35,20	3,81
40	36,00	4,07
45	36,80	4,32

Sendo

- Ø alcance = 35,20m
- raio de alcance = 17,6m
- raio efetivo sem vento
80% raio
 $0,8 \cdot 17,6 = 14m$

Espaçamentos disponíveis no catálogo: 12×12 ; 12×18 ; 18×18 ; 18×24

Sendo

Intensidade de Aplicação

$$I_a = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/h)} \cdot 1000}{S \text{ (m)} \cdot L \text{ (m)}} \text{ (mm/h)}$$

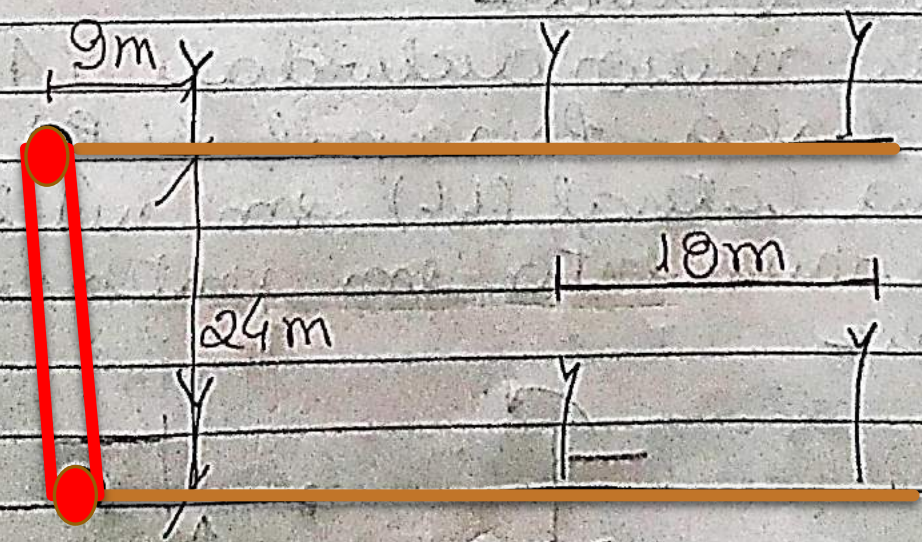
$$I_B = 10 \text{ mm/h}$$

Selecionar $I_a \leq I_B$

$S \text{ (m)} \times L \text{ (m)}$	$I_a \text{ (mm/h)}$		
12 x 12	26,46	X	> 10 mm/h
12 x 18	17,64	X	> 10 mm/h
18 x 18	11,78	X	> 10 mm/h
18 x 24	8,82	✓	< 10 mm/h

S(m) x L(m)		Ia(mm/h)	
12	x 12	26,46	X > 10 mm/h
12	x 18	17,64	X > 10 mm/h
18	x 18	11,78	X > 10 mm/h
18	x 24	8,82	✓ < 10 mm/h

entre aspersores
entre linhas laterais



Passo 2) Seleção tubulação

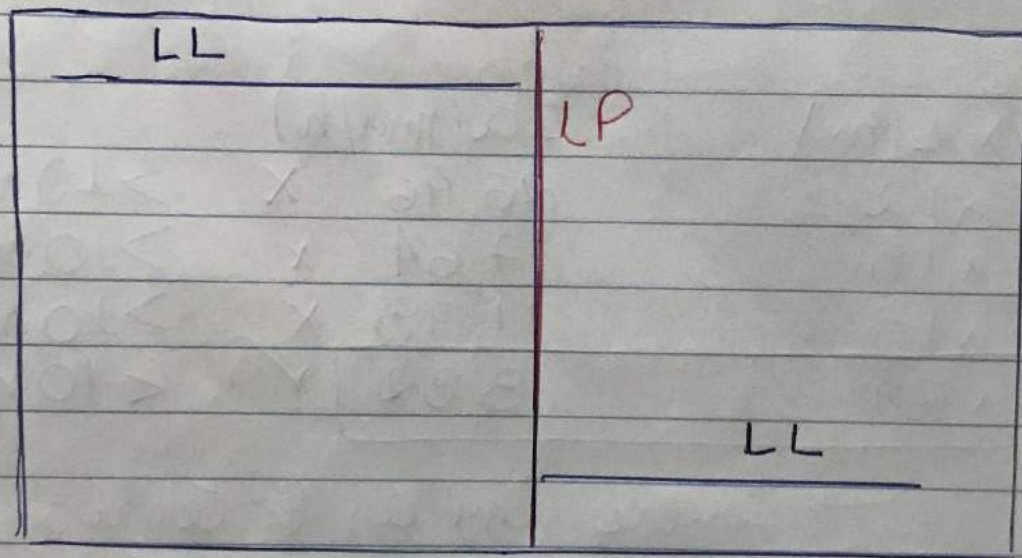
Aspiração convencional

PVC encaixe rápido

$C = 150$

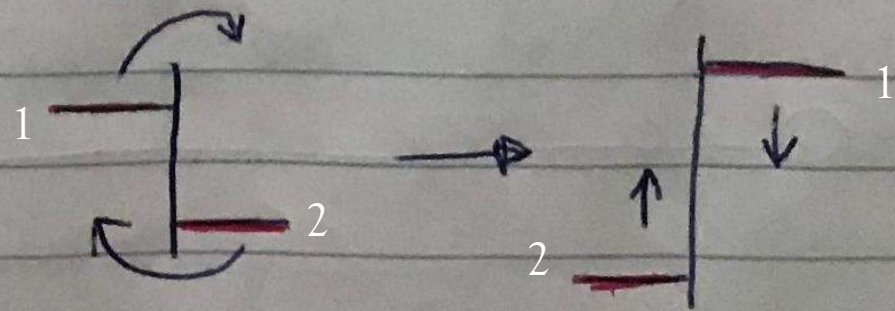
barra de 6m

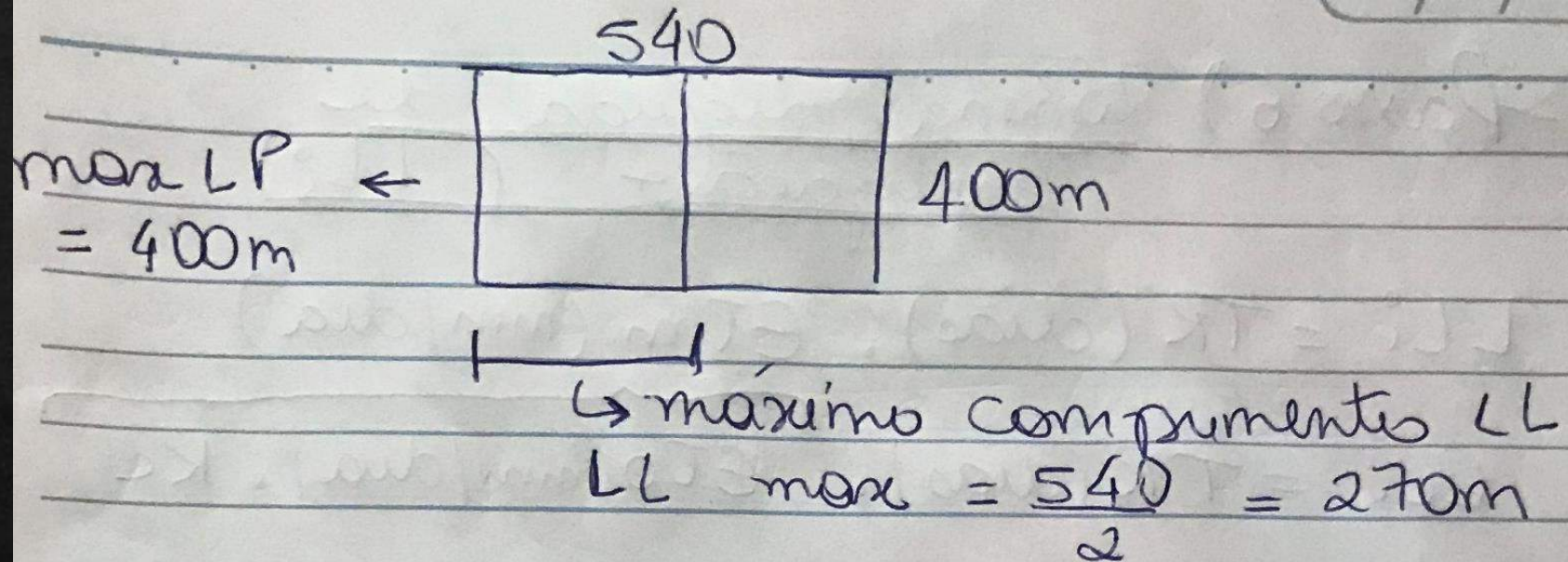
Passo 3) lay-out princis



- Dividir 2 áreas
- Desejar maior declividade (4%) para linha principal (LP)
- Linha lateral (LL) em nível

• funcionamento em sentido horário





Assim:

- LP max = 400m
- LL max = 270m

Passo 4) Água Disponível

$$DRA = \frac{V_{cc} - V_{pmp}}{10} \cdot ds \cdot f \cdot z$$

$$DRA = \frac{32 - 16}{10} \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 40$$

$$DRA = 38,4 \text{ mm}$$

Paso 5) Turno de Riego

$$TR = \frac{DRA(\text{mm})}{ET_0(\text{mm/dia}) \cdot K_c} = \frac{38,4}{4,5 \cdot 1}$$

$$TR = 8,53 \text{ dias} \rightarrow \boxed{8 \text{ dias}}$$

Passo 6) Lâmina líquida de
Inundação (LLi)

$$LLi = TR (\text{dias}) \cdot Et_m (\text{mm/dia})$$

$$LLi = TR (\text{dias}) \cdot Et_o (\text{mm/dia}) \cdot Kc$$

$$LLi = 8 \cdot 4,5 \cdot 1 = 36 \text{ mm/dia}$$

< 38,4 OK

$$LLi = 36 \text{ mm}$$

Passo 7) Lâmina Bruta de Irrigação
(LB)

$$LB = \frac{LLi \text{ (mm)}}{Ea \text{ (eficiência do sistema em decimal)}}$$

$$LB = \frac{36 \text{ mm}}{0,8} = 45 \text{ mm}$$

$$LB = 45 \text{ mm}$$

Bombear 45mm para aplicar efetivamente 36mm.

Passo 8) Tempo de Inspeção

$$T_i (\text{horas}) = \frac{LB(\text{mm})}{\pm a(\text{mm/h})}$$

$$T_i = \frac{45}{8,82} = 5,10 \text{ h}$$

- Se usar linha de espera 5,10h
- Se não usar linha de espera, adicionar 0,3h para mudança de posição = 5,40h

Usaremos linha de espera

$$T_i = 5,10 \text{ h} = 5 \text{ h } 06 \text{ min}$$

$$T_i = 5 \text{ h}$$

Passo 9) Posições por Lateral
por dia (PLd)

1 posição	1.5 h = 5h jornada
2 posições	2.5 h = 10h jornada
3 posições	3.5 h = 15h jornada

jornada disponível = 12h/dia
adotado 2 posições / lateral dia

Passo 10) Número de posições a serem
verificadas na área total
(NPT)

Lembrando { LP max comprimento
= 400 m
espacamento entre LL
= 24 m

$$NPT = \frac{400\text{ m}}{24\text{ m}} = 16,6 \text{ posições}$$

$$17 \text{ posições} = 17 \times 24 = 408 \text{ m} \quad \times$$

$$16 \text{ posições} = 16 \times 24 = 384 \text{ m} \quad \checkmark$$

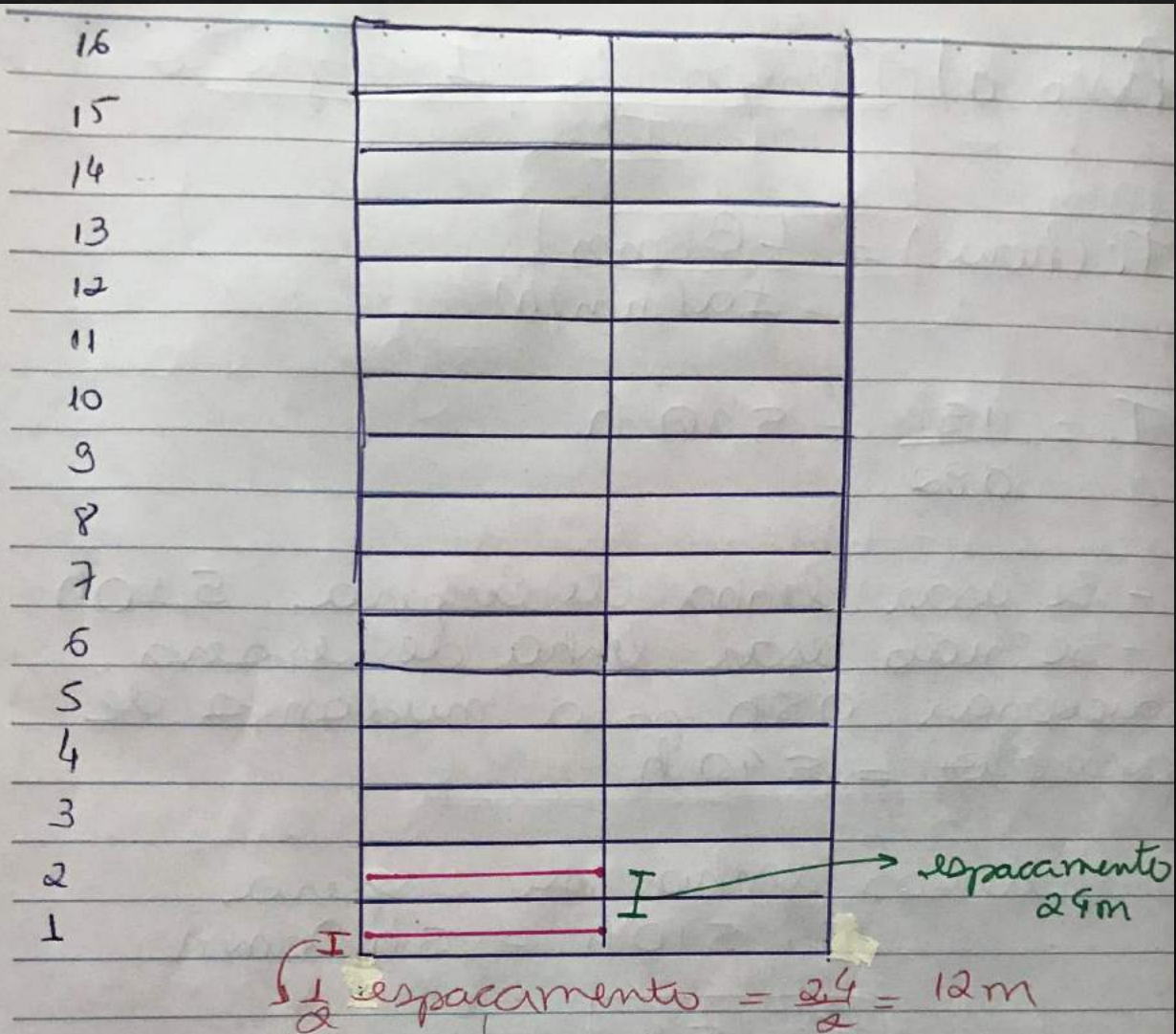
Adotado 16 posições

deixar um linha lateral (LL)
para os dois lados

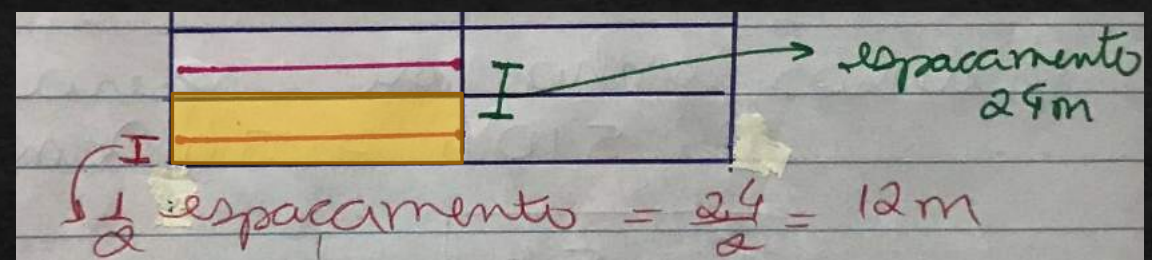
$$\text{Assim} \quad 16 \times 2 = 32$$

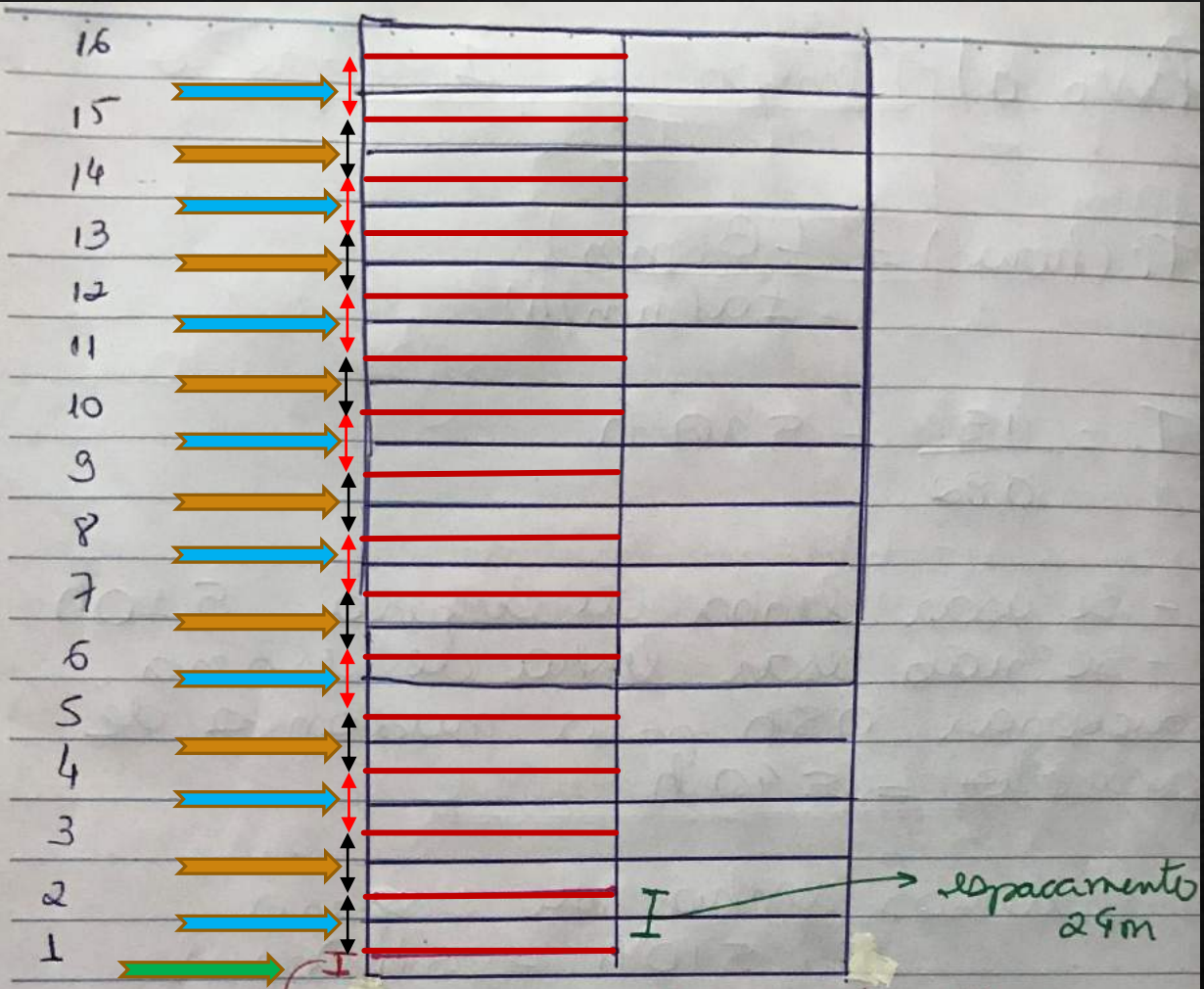
32 posições totais

NPT



São 15 espaços de 24 m +
 1 espaço de 12 m





$\frac{1}{2}$ espaçamento = $\frac{24}{2} = 12m$

São 15 espaços de 24 m +
1 espaço de 12 m

São 15 espaços de 24 m +
1 espaço de 12 m

Assim

$$LP = (NP - 1) \cdot L(m) + \frac{1}{2} \cdot L(m)$$

$$LP = (16 - 1) \cdot 24 + \frac{1}{2} \cdot 24$$

$$LP = 372 \text{ m} \text{ tubulação}$$

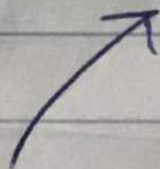
$$\text{molhado} = 372 \text{ m} + 14,1 \text{ m} = 386,1 \text{ m}$$

Se 17 posições:

$$P = (17-1) \cdot 24 + \frac{1}{2} \cdot 24 = 396m$$

$$\text{melhado} = 396 + 14,5 = 410,5m$$

>



400m

Não pode!

Passo 1.1) Número de posições a serem
irrigadas por dia (NPd)

$$NPd = \frac{NPT}{TR} = \frac{32 \text{ posições}}{8 \text{ dias}}$$

$$NPd = 4 \text{ posições de lateral/dia}$$

Exemplo 12) Número de LL necessárias
simultaneamente (NL)

$$NL = \frac{NPd}{PLd} = \frac{4 \text{ posições/dia}}{2 \text{ posições/lateral dia}}$$

NL = 2 LL operando simultaneamente

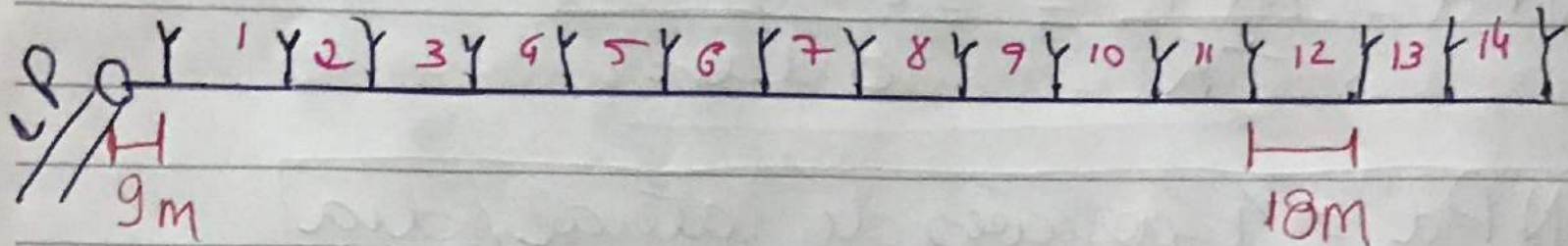
~~Passo~~ 13) Dimensionamento das linhas laterais

debruando

- espaçamento entre emissores
= 18m

- comprimento max $LL = 270m$

$$\text{Número de Aspersores} = \frac{270\text{m}}{18\text{m}} = 15 \text{ aspersores}$$



14 espacios 18m

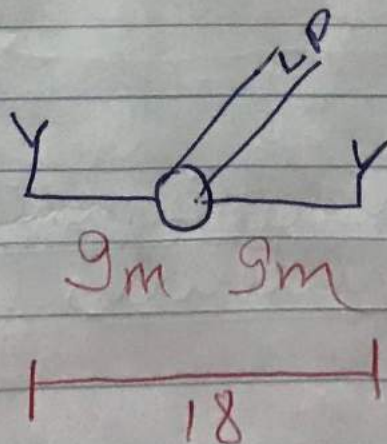
$$\text{comp. } L_b = (n-1) \cdot S + \frac{1}{2} \cdot S$$

$$= (15-1) \cdot 18 + \frac{1}{2} \cdot 18$$

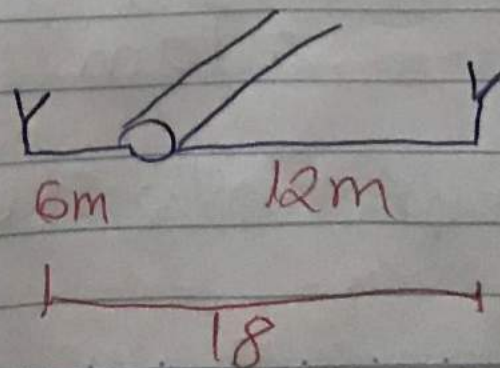
$$= \boxed{261\text{m}} < 270\text{m OK}$$

Mas, a tubulação tem 6m.

Assim
não é
possível:



como fazer:



Dessa maneira 2 componentes
de dente lateral

$$LL_1 = 14,18 + 6 = 20,18m$$

$$LL_2 = 14,18 + 12 = 26,18m$$

Usaremos a maior para projeto
hidráulico.

$$Q_L = \text{vozão da LL} =$$

$$Q_L = 15 \text{ aspersores} \cdot 3,81 \frac{m^3}{h}$$

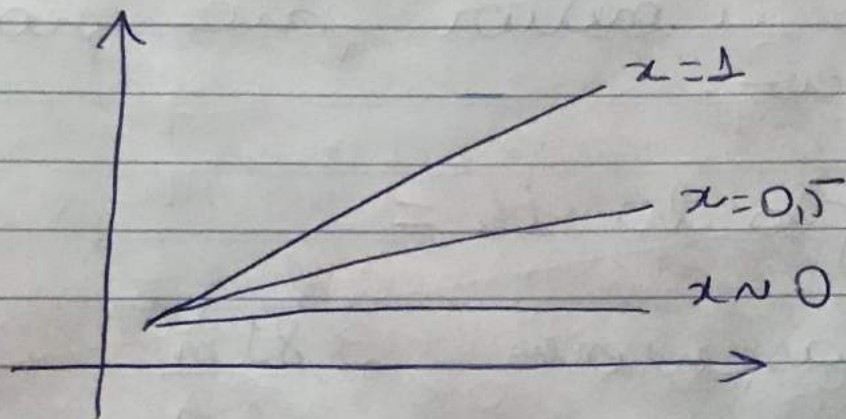
$$Q_L = 57,15 m^3/h = 0,016 m^3/s$$

$$Q_L = 0,016 m^3/s$$

dimensão hidráulica

$$Q = K \cdot H^x$$

x expoente da pressão



$x = 0,5$ manobra aspersora

$x \approx 0$ aspersor autocompensado

Usanemos tradicional

$$\alpha = 0.5$$

$$Q = K \cdot H^{0.5}$$

$$\frac{Q_1}{Q_n} = 1.10$$

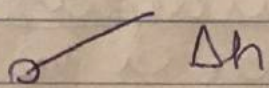


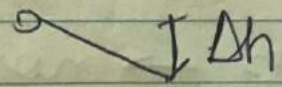
$$\frac{Q_1}{Q_n} = \frac{K \cdot H_1^{0.5}}{K \cdot H_n^{0.5}} = \sqrt{\frac{H_1}{H_n}} = 1.10$$

$$\sqrt{\frac{H_1}{H_n}} = 1.1 \rightarrow \frac{H_1}{H_n} = 1.1^2$$

$$\frac{H_1}{H_n} = 1.21 \rightarrow \text{ou seja } 20\% \Delta$$

na regra:

{ aacute  Δh
} hf permitida = 20% PS - Δh

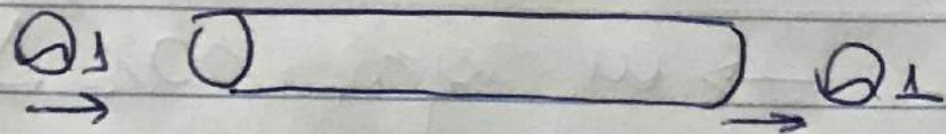
{ declive  Δh
} hf permitida = 20% PS + Δh

{ nivel hf permitida = 20% PS

no nosso projeto em nível

$$\begin{aligned} hf \text{ permitida} &= 20\% \cdot 35 \text{ mca} \\ &= \boxed{7 \text{ mca}} \end{aligned}$$

$$h_f \text{ tubo sem} > h_f \text{ tubo com} \\ \text{pauzadas} \quad \quad \quad \text{múltiplas pauzadas} \\ h_f^* \quad \quad \quad h_f$$



Quando utiliza-se múltiplas pauzadas como visto na hidráulica, há redução na h_f corrigida pelo fator F de múltiplas pauzadas com primeiro emissor a $1/2$ espaçamento

$$F = \left(\frac{2N}{N-1} \right) \cdot \left[\left(\frac{1}{m+1} \right) + \left(\frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \right) \right]$$

$N = n^{\circ}$ emissores \rightarrow nesse projeto = 15
 $m =$ coef. vazão da equação de perda de carga original
 $\left. \begin{array}{l} H_w = 1,852 \\ \text{flament} = 1,75 \end{array} \right\}$
 nesse projeto H_w

Assim

$$F = \left(\frac{2 \cdot 15}{2 \cdot 15 - 1} \right) \cdot \left[\left(\frac{1}{1,852 + 1} \right) + \left(\frac{\sqrt{1,852 - 1}}{6 \cdot 15^2} \right) \right]$$

$$F = 0,3634$$

Transformamos em hf^* para utilizar equação de Hazen-Williams depois retorna hf red.

$$hf^* = \frac{hf}{F} = \frac{7}{0,3634} = 19,26 \text{ mca}$$

$$HW \rightarrow hf^* = \frac{10,65 \cdot Q^{1,852} \cdot L}{C^{1,852} \cdot D^{4,87}}$$

$$D = \frac{Q^{0,38}}{0,615 \cdot C^{0,38} \cdot \left(\frac{hf^*}{L}\right)^{0,205}}$$

$$D = \frac{0,016^{0,38}}{0,615 \cdot 150^{0,38} \cdot \left(\frac{19,26}{264}\right)^{0,205}}$$

$$D = 0,08606 \text{ m}$$

trouco

comercial { 75 mm } $h_f^* = 37,26 \text{ mca}$
 $V = 3,19 \text{ m/s}$ } $h_f = 13,54 \text{ mca}$
 $> 7 \text{ mca}$
- não usar

100 mm } $h_f^* = 9,18 \text{ mca}$
 $V = 2,02 \text{ m/s}$ } $h_f = 3,34 \text{ mca}$
 $< 7 \text{ mca}$
selecionado

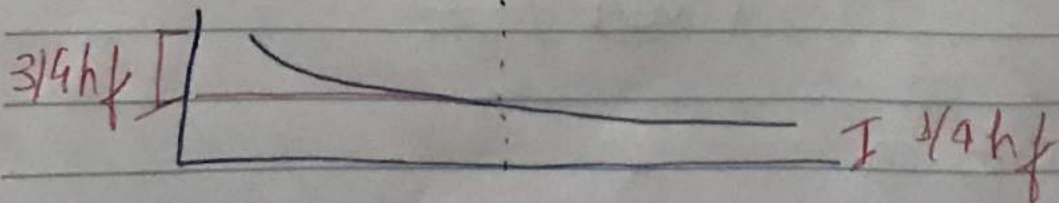
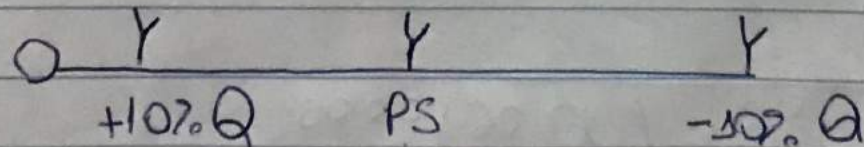
Resumo LL:

$\varnothing 100 \text{ mm (4")}$

$L = 264 \text{ m e } 258 \text{ m}$

$h_f = 3,34 \text{ mca e } 3,26 \text{ mca}$

Passo 1A) Pressão início LL (PSL)



Para obter PS no centro linha lateral utiliza-se $3/4 hf$

$$PSL = PS(mca) \pm \Delta h + \text{det haste} + \frac{3}{4} hf$$

✓ active gasta Δh \oplus

$$PIL = PS + \Delta h + \text{act haste} + \frac{3}{4} hf$$

$$PLL = PS + \text{act haste} - \frac{1}{4} hf$$

nível $PIL = PS + \text{act haste} + \frac{3}{4} hf$

$$PLL = PS + \text{act haste} - \frac{1}{4} hf$$

○ deduce gasta Δh

$$PIL = PS - \Delta h + \text{act haste} + \frac{3}{4} hf$$

$$PLL = PS + \text{act haste} - \frac{1}{4} hf$$

nosso projeto nível

$$PIL = 35 + 1 + \frac{3}{4} \cdot 3,34 =$$

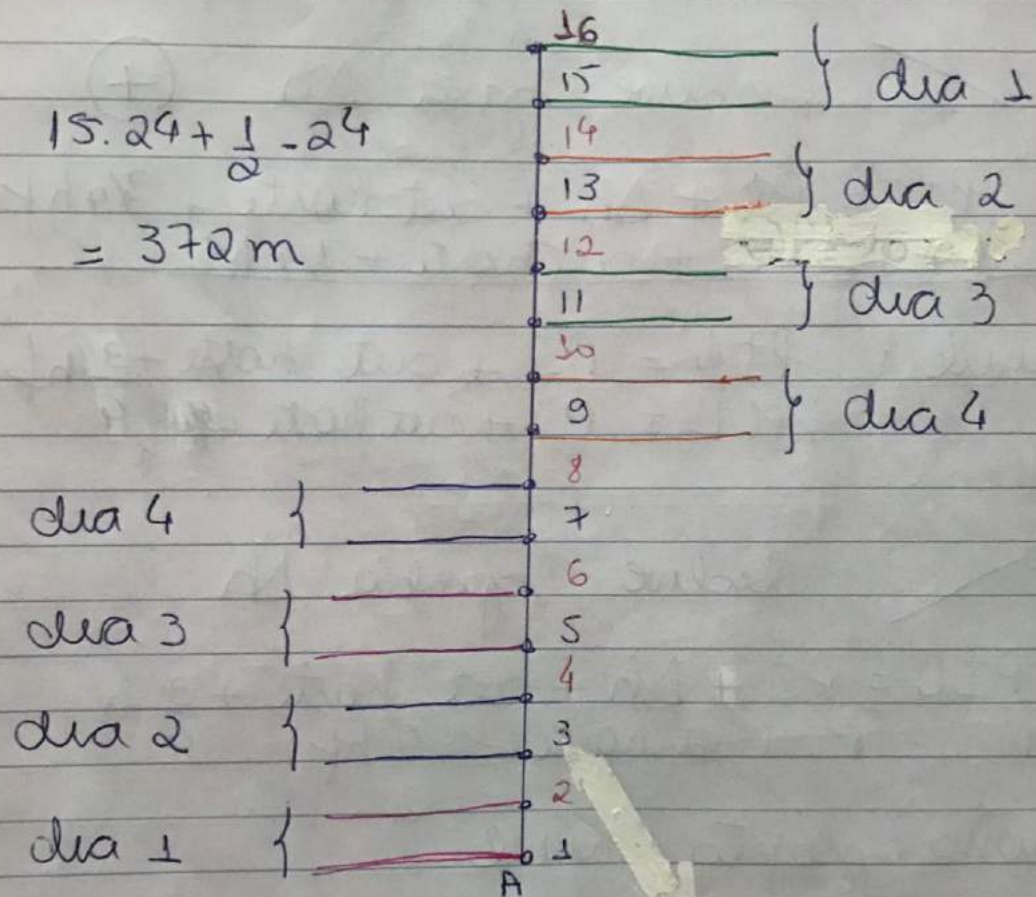
$$PIL = 38,5 \text{ mca}$$

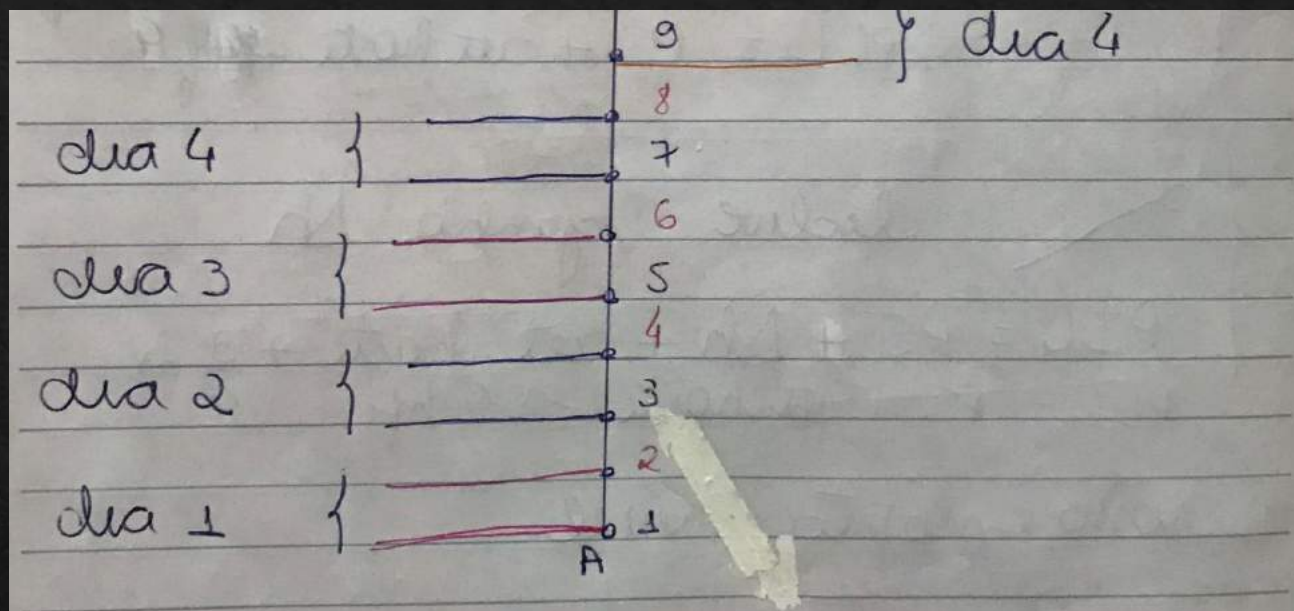
$$Pressão final = 35 + 1 - \frac{1}{4} \cdot 3,34 = 35,17 \text{ mca}$$

Passo 15) Dimensionamento LP

$$L = \text{max da LP} = 400 \text{ m}$$

$$15 \cdot 24 + \frac{1}{2} \cdot 24 \\ = 372 \text{ m}$$





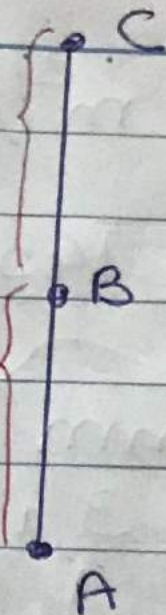
Até a posição "8" há passagem de A equivalente a 2QL, do ponto 8 ao 16 há A equivalente a 1QL

Definido trecho A-B (1 a 8).
B-C (8 a 16)

$$8 \cdot 24 = 192 \text{ m}$$

$$(8-1) \cdot 24 + \frac{1}{2} \cdot 24$$

$$L = 180 \text{ m}$$



trecho BC

$$\Theta_P = 1 \cdot \Theta L = 0,016 \text{ m}^3/\text{s}$$

trecho AB

$$\Theta_P = 2 \cdot \Theta L = 0,032 \text{ m}^3/\text{s}$$

Em ambos os trechos não é de múltiplas perdas

$$h_f = u_{san} \quad HW \quad \boxed{V = 1,2 \text{ m/s}}$$

→ Considerar $V_{média} \approx 2 \text{ m/s}$

$$Q = S \cdot V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot V \rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,032}{\pi \cdot 2}} = 0,143 \text{ m} \rightarrow 2\phi$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,016}{\pi \cdot 2}} = 0,101 \text{ m} \rightarrow 1\phi$$

→ Lana $Q = 0,032 \text{ m}^3/\text{s}$

$l = 180 \text{ m}$

Δ tubo $0,143 \text{ m} = 143 \text{ mm}$

comercial

150 mm

$h_f = 3,13 \text{ mca}$

$V = 1,81 \text{ m/s}$

125 mm

$h_f = 7,632$

$V = 2,61 \text{ m/s}$

→ Lana $Q = 0,016 \text{ m}^3/\text{h}$
 $L = 190 \text{ m}$
Diámetro = $0,101 \text{ m} = 101 \text{ mm}$

comercial

125 mm
 $h_f = 2,25 \text{ mca}$
 $V = 1,30 \text{ m}^3/\text{h}$

100 mm
 $h_f = 6,62 \text{ mca}$
 $V = 2,03 \text{ m}^3/\text{h}$

brecho

AB

$Q = 0,032 \text{ m}^3/\text{h}$

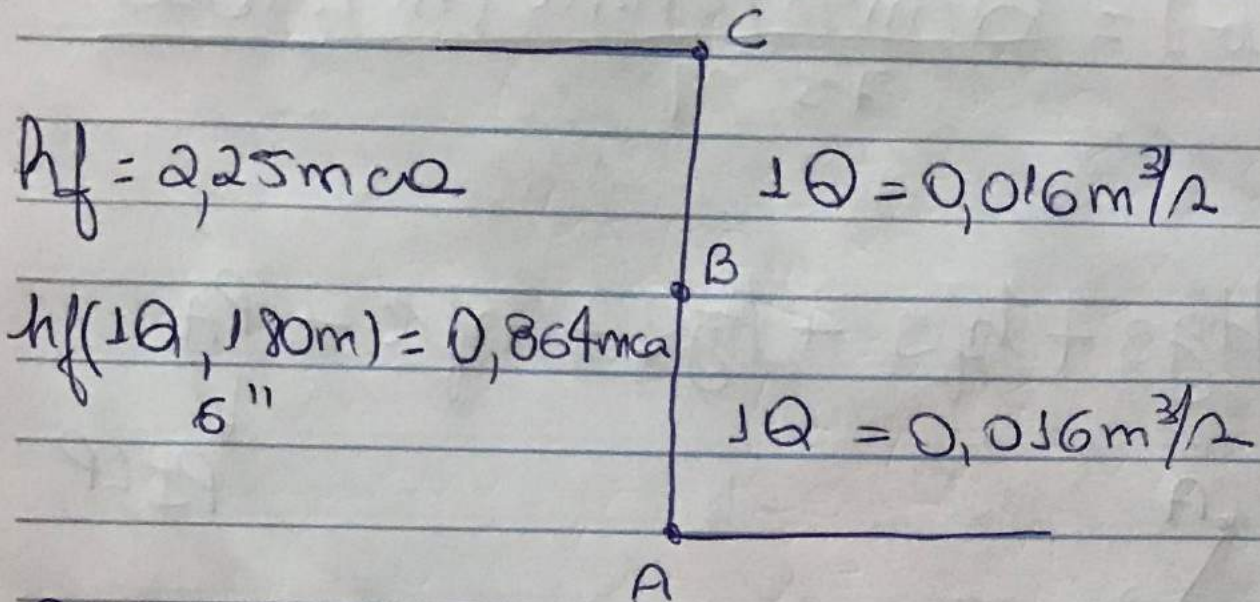
$\phi = 150 \text{ mm}$ (6")

BC

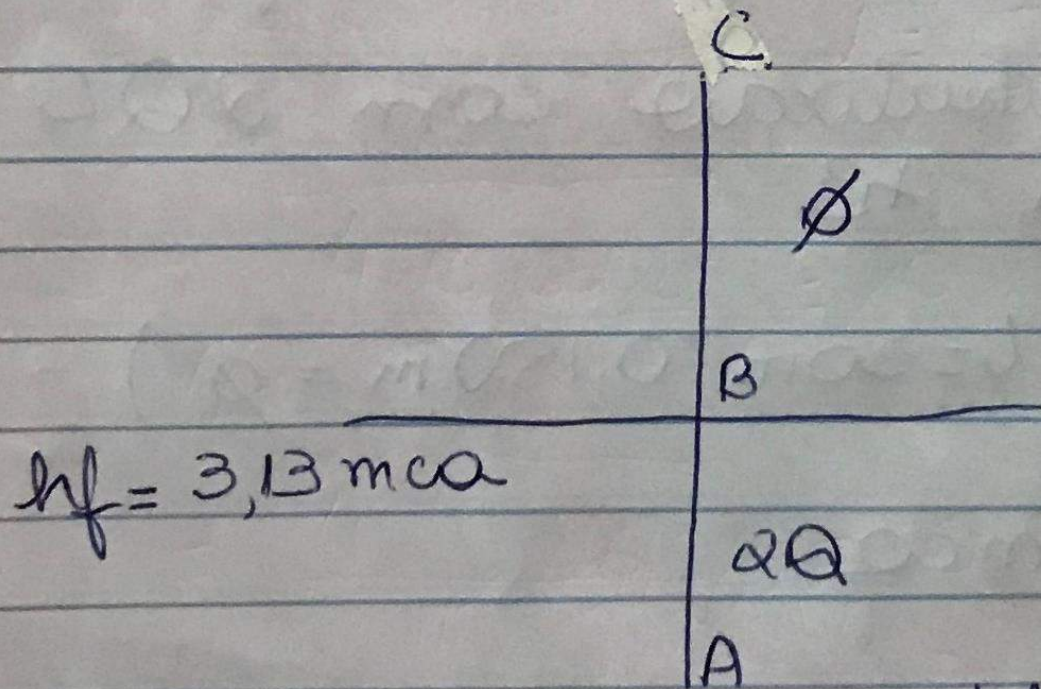
$Q = 0,016 \text{ m}^3/\text{h}$

$\phi = 125 \text{ mm}$ (5")

Passo 16) Pressão Início LP (PILP)
2 situações críticas:



$$\begin{aligned} \text{PILP} &= \text{PIL} + h_{fAB} + h_{fBC} + \Delta z_{AC} \\ \text{PILP} &= 38,5 + 0,864 + 2,25 + \frac{4}{400} \cdot 372 \\ \text{PILP} &= \boxed{56,49 \text{ mca}} \end{aligned}$$



$$h_f = 3,13 \text{ mca}$$

$$PILP = PIL + h_{fAB} + h_{fBC} + \cancel{\Delta_{zAC}} \Delta_{zAB}$$

$$PILP = 38,5 + 3,13 + 0 + 4,100 \cdot 180$$

$$PILP = \boxed{48,83 \text{ mca}}$$

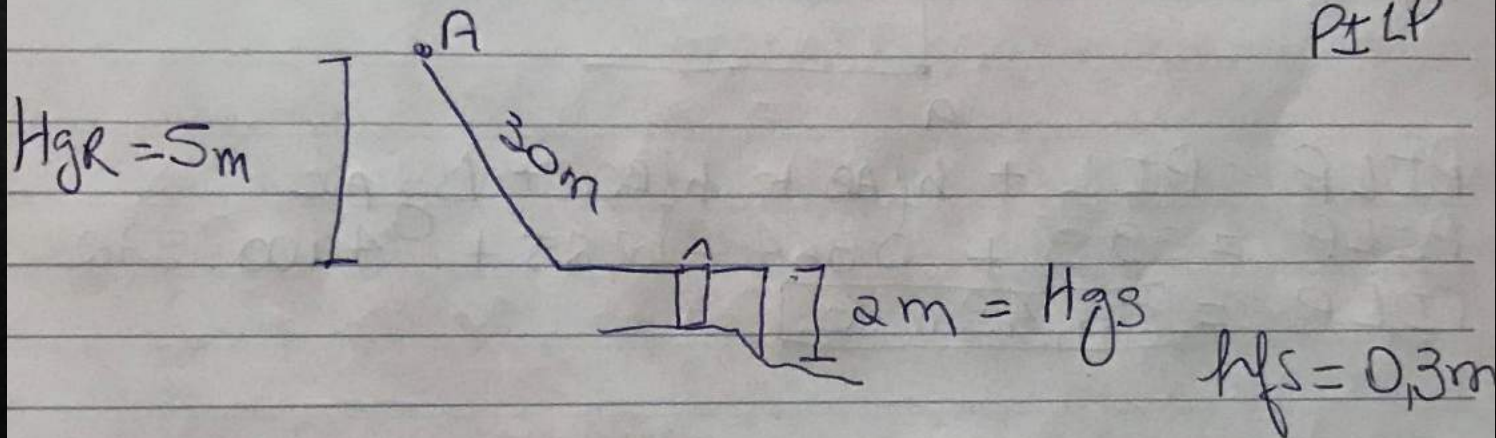
56,49 mous crítica ✓

Passo 17) Dimensionamento MB

$$Pot (cv) = \frac{Q (m^3/s) \cdot H_{mt} (m) \cdot 1000}{75 \cdot \eta}$$

$$H_{mt} = H_{gs} + h_{fs} + H_{gR} + h_{fR} + P_A$$

↓
P ± LP



h_{fB} = mesma tubulação com 2QL
do trecho AB

$$h_f(0,032 \text{ m}^3/\text{s}, l=30\text{m}, 0,150\text{m}=\varnothing)$$

$$h_{fB} = 0,523 \text{ mca}$$

Assim, $H_{mT} = 2 + 0,3 + 5 + 0,523 + 56,49$

$$H_{mT} = 64,33 \text{ mca}$$

+ 5% perdas localizadas

$$H_{mT} = 64,33 \cdot 1,05 = 67,53 \text{ mca}$$

$$Pot = \frac{0,032 \cdot 67,53 \cdot 1000}{75 \cdot 0,6}$$

$$Pot = 48 \text{ w}$$

> 15 w → folgen 15%

$$pot = 48 \cdot 1,15 = 55,2 \text{ w}$$

comercial	disponível
	50 w
	60 w

Para entregar: Refazer o projeto

Qaspensor = 4,32 m³/h, PS = 45mca

VIB = 9mm/dia