

**Instituto Tecnológico De Tijuana**

**Engenharia Eletromecânica**

**Tema:**

Estação de bombeamento alimentada por uma roda d'água e pistões

**Autor:**

Diego Rosendo Mejía Santiago

Estudante de Engenharia Eletromecânica

Instituto Tecnológico de Tijuana

País: México

E-mail:

[121211030@tectijuana.edu.mx](mailto:121211030@tectijuana.edu.mx)

Dr. Luís Alfonso Valencia Ponce

Catedrático

Instituto Tecnológico de Tijuana

País: México

E-mail:

[valencia.ponce.luis@gmail.com](mailto:valencia.ponce.luis@gmail.com)

**Diretor de Pesquisa:**

Dr. Luís Alfonso Valencia Ponce

## 1. RESUMO

O objetivo desta pesquisa é o projeto e a implementação de uma roda d'água que conduz uma bomba de pistão, bombear água para a MCA, para um tanque de distribuição, aproveitando a energia cinética da água e o trabalho para converter em energia potencial. É realizada uma análise de alternativas, tendo como referência três sistemas de bombeamento que atendam aos objetivos necessários, escolhendo os mais eficientes que utilizam energias renováveis, através do método selecionado são estabelecidos os conceitos e fórmulas. Com as considerações acima, foram determinados todos os parâmetros necessários para a seleção do diâmetro da roda, bem como: vazão, velocidade e salto hidráulico, para o desenho do tanque de jateamento de areia, e a captação entre os rios Tacotalpa e Puxcatán ou Macuspana. Leva-se em consideração a altura total, a altura geodésica, medida por pontos topográficos, além do total de perdas de atrito em todo o sistema, com o RPM da roda e altura total de bombeamento a curva da bomba é escolhida, o que satisfaz a demanda necessária, da mesma forma a pressão no PSI foi estabelecida para selecionar o tubo adequado.

**Palavras chave:** energia cinética, energia potencial, salto hidráulico, roda de água, fluxo, altura total do bombeamento, energias renováveis.

## 2. INTRODUÇÃO

O objetivo deste projeto de pesquisa é um sistema alternativo de bombeamento de água, que utiliza a vazão do rio disponível, através de uma bacia que desvia parte da água para um tanque de jateamento de areia, o mesmo que quando a água cai nos baldes vira a roda de água, para dar movimento aos pistões de uma bomba recíproca, conseguindo assim mover a água de um tanque de armazenamento da encosta para um tanque de distribuição de gravidade, sem a necessidade do uso da corrente elétrica. Os cálculos obtidos permitirão verificar o fluxo diário, que contribui para o sistema atual, e, portanto, beneficiará os habitantes da comunidade do município de Comalcalco, Tabasco, que é o principal objetivo deste estudo.

## 3. REFERÊNCIA TEÓRICA

### 3.1 A roda d'água.

De acordo com o historiador Lewis H. (2012) a roda d'água como motor em moinhos é uma das grandes contribuições das civilizações romanas e gregas. Uma roda d'água é uma máquina que nos ajuda a converter a energia de um curso d'água ou uma cachoeira (conhecida como energia hidráulica) em outras formas mais úteis de energia, por exemplo, em energia mecânica. Na Idade Média, as rodas de água eram usadas como fonte de energia, em oficinas de artesanato em vários países. Moinhos de vento, e tração humana ou animal, foram algumas das alternativas para a roda d'água. A roda d'água é um dos aparelhos mais antigos para produzir trabalhos úteis. Como antecedentes de turbinas modernas, esses dispositivos captam energia de um fluxo de água e a transformam em trabalhos mecânicos para mover moinhos, batanes, martelos em ferragens, etc., e bombear água, como é o caso das rodas d'água, objeto deste exercício. Uma roda gigante hidráulica destinada a levantar água é essencialmente uma roda com pás (lâminas), colocada com seu eixo horizontal. A corrente de um rio, vala ou canal exerce uma força sobre as lâminas submersas de sua parte inferior que produzem a rotação da roda. No perímetro da roda há pequenos recipientes (baldes ou arcadutos) que são preenchidos com água quando submersos e quando, devido à rotação da roda, atingem a parte superior despejam seu conteúdo em um canal. Desta forma, elevam a água a uma altura aproximadamente igual ao diâmetro da roda.

### **3.2 Operação de um sistema de bombeamento por meio de um carneiro hidráulico. Lizana**

**(2018)**

Segundo Lizana (2018) um sistema de bombeamento consiste em um conjunto de elementos (tubos, vasos, válvulas, medidores, cotovelos, etc.) que permitem o transporte através de tubos e o armazenamento temporário de fluidos, para que as especificações necessárias de fluxo e pressão nos diferentes sistemas e processos sejam atendidas.

### **4.1 Resultados**

O objetivo deste capítulo é calcular e selecionar uma roda d'água para acionar uma bomba de pistão para bombear água a uma altura de 190 m. A seleção da bomba de pistão é calculada com perdas maiores e menores, perdas nos acessórios e na cabeça de bombeamento. Roda d'água, determine os dados disponíveis no local do estudo ver Tabela 1.

### **Tabela 1**

*Dados disponíveis no local do estudo*

<b>Dados disponíveis</b>		
Predefinições de design	Dados	Unidade
Velocidade da corrente de água no rio (V)	0,17	M
Caudal do rio (Q <sub>r</sub> )	102,56	lts/s
Diâmetro da roda	1,8	m
Largura roda-hidráulica (c)	0,25	m
Altura da água a bater na roda (b)	0,2	m
Densidade da água a 15 °C (ρ)	1000	kg/m <sup>3</sup>
Diâmetro do tubo de condução (dt)	1	plg
Tubo de condução de diâmetro interno	26,6	milímetro
Viscosidade dinâmica da água a 15 °C (μ)	0,00115	N.s/m <sup>2</sup>
Viscosidade cinemática da água a 15 °C (ν)	0,00000115	m <sup>2</sup> /s
Gravidade (g)	9,81	m/s <sup>2</sup>
Desempenho da bomba de deslocamento positivo	0,85	
Eficiência superior da roda de admissão	0,65	

Nota: Para realizar os cálculos e seleção da roda d'água mais eficiente para o projeto do sistema Preparado por: H. Lehabim, 2022

**Tabela 2**

*Requisitos do projeto*

NECESSIDADES A COBRIR	Dados	Unidade
Volume diário de água (Q)	7000	lt/dia
Altura da unidade (O <sub>i</sub> )	183	m
Altura de sucção (H <sub>s</sub> )	2	m
Comprimento do tubo de acionamento (L <sub>i</sub> )	700	m

Nota: Considere os dados da Tabela 2, calcule e selecione a bomba de roda hidráulica e pistão. Elaborado por: H. Lehabim, 2022

**Tabela 3**

*Dados obtidos*

Amostras	Volume (lt)	Tempo em(es)
1	20	4.41
2	20	4.39
3	20	4.20
4	20	4.51

5	20	4.60
Média	20	4.42

Nota: Fluxo de entrada de talude para determinar o fluxo de entrada, cinco amostras foram coletadas no mesmo local com tempos diferentes. Elaborado por: H. Lehabim, 2022.

A Equação 1 é aplicada para obter o fluxo que entra da fonte de água.

$$Q = \frac{V}{t} \qquad Q = \frac{20}{4.42} \qquad Q = 4.52 \frac{lt}{s} \Rightarrow 16.28 \frac{m^3}{h}$$

### Figura 1

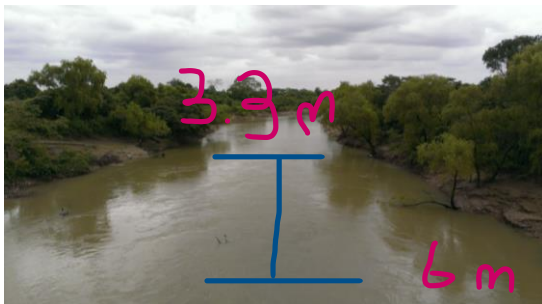
*Vazão da inclinação*



Nota: fotografia do caudal do rio Puxcatán. Elaborado por: J. Milan, 2022.

### Figura 2

*Trecho do rio Puxcatán na estação chuvosa*



Nota: O fluxo do rio disponível na fotografia mostra uma parte do rio Puxcatán no verão. Elaborado por: J. Milan, 2022.

### Tabela 4

*Dados obtidos na estação chuvosa*

Nro. de testes	Seção de comprimento (m)	Tempo(s)	Altura média do rio (m)
1	6	2.70	0.35

2	6	3.59	0.5
3	6	2.87	0.7
4	6	2.24	0.8
5	6	2.48	0.5
TOTAL	6	2.78	0.57

Nota: A Tabela 4 mostra os dados obtidos em épocas chuvosas, aplica-se a Equação 2 para encontrar a vazão do rio. Elaborado por: D. Pescador, 2022.

A área do rio é calculada com a altura média de 0,57 m.

A área da seção transversal com a Equação 3 do rio é:

$A = \text{largura do rio} \cdot \text{altura média}$

$$A = 3,30 \cdot 0,57 \Rightarrow A = 1,88 \text{ m}^2$$

$V_r = (\text{comprimento da seção do rio}) / (\text{tempo médio})$

$$V_r = \frac{6}{2,78} = 2,16 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad Q_r = 0,8 \cdot V \cdot A \quad Q_r = (0,8 \cdot 2,16 \cdot 1,88) \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_r = 3,25 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \Rightarrow 3252,45 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

A vazão de 3252,45 lt/s é o resultado quando a chuva cai sobre o rio. Vamos calcular uma vazão quando não é estação chuvosa, observa-se na Figura 12 para o rio Puxcatán.

### Figura 3

Trecho do rio Puxcatán



Nota: fotografia do rio Puxcatán no verão. Elaborado por: D. Pescador, 2022.

**Tabela 5**

*Dados obtidos a partir do verão.*

Nro. de Testes	Seção de comprimento (m)	Tempo(s)	Altura média do rio (m)
1	9	44.5	0.18
2	9	60	0.25
3	9	47.5	0.3
4	9	40.5	0.27
5	9	65.5	0.23
Total	9	51.6	0.246

Nota: Nesta tabela foram feitos os testes necessários para a elaboração do projeto. Elaborado por: D. Mejía, 2022.

A área do rio é calculada com uma altura média de 0,49 m para a temporada de verão.

$$A = 3 \cdot 0,25 = 0,74 \text{ m}^2$$

$V_r = (\text{comprimento da seção do rio}) / (\text{tempo médio})$

$$V_r = \frac{9\text{m}}{51.60\text{s}} = 0.17 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad Q_r = 0,8 \cdot V \cdot A \quad Q_r = (0.8 \cdot 0.17 \cdot 0.74) \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_r = 0.10 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \Rightarrow 102.56 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

O fluxo mínimo necessário para girar a roda d'água é de 12 lt / s, o rio no verão tem 102,56 lt / s de fluxo médio, considere para o projeto uma parte do fluxo capturado, portanto, a eficiência depende do local específico e da altura do tanque, para transferir para a roda hidráulica que aciona uma bomba de pistão.

Velocidade da água na saída do aterro.

É calculado aplicando-se a equação de velocidade de Torricelli Equação 7 e substituindo os dados pelo valor de  $H = 1,60 \text{ m}$ , altura desde a captação no rio até o centro do aterro sanitário.

$$V = \sqrt{2 * g * H} \quad V = \sqrt{2 * 9.81 * 1.60} \quad V = 5.60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Velocidade média do fluido no tubo substituindo os dados da Equação 8 e multiplicados pelo fator  $K_f$ , temos.

$$\tilde{V} = K_f * \sqrt{2 * g * H} \quad \tilde{V} = 4.48 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Vazão teórica

O fluxo teórico que sai do aterro depende do diâmetro do tubo condutor do fluido para a roda d'água para este caso considere um diâmetro interno de 101,5 mm para encontrar este valor aplique a Equação:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad A = \frac{\pi * (0.1015)^2}{4} \quad A = 0.00809^2$$

$$Q_t = 0.00809 * \sqrt{2 * 9.81 * 1.60} \quad Q_t = 0.0458 \frac{m^3}{s} \Rightarrow Q_t = 45.33 \frac{lt}{s}$$

Para determinar a taxa de fluxo prática, use a equação:

$$Q_t = m * A * \sqrt{2 * g * H} \quad Q_t = 0.0372 \frac{m^3}{s} \Rightarrow Q_p = 37.17 \frac{lt}{s}$$

Diâmetro perfurado tubo ou lixadeira calcula o diâmetro do tubo que é colocado no tanque de coleta para evitar a entrada de areia aplica a Equação:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q_p}{\pi * m * \sqrt{2 * g * (h1 - h2)}}} \quad D = \sqrt{\frac{4 * 0.037}{3.1416 * 0.8 * \sqrt{2 * 9.81 * (1.7 - 1.6)}}}$$

$$D = 0.203m \Rightarrow 203mm \Rightarrow 7.99"$$

3 seções de tubo de PVC de 110 mm serão usadas no tanque de desassoreamento, para que haja maior fluxo para o segundo tanque.

A equação da roda d'água de velocidade tangencial é usada, onde  $K_u$  é a eficiência igual a 0,50 para rodas de admissão superiores.

$$V_t = K_u * \tilde{V} \quad V_t = 0.50 * 4.48 \frac{m}{s} \quad V_t = 2.24 \frac{m}{s}$$

Velocidade angular da roda d'água.

Como dados o diâmetro da roda d'água que é de 1,8 m, aplique a Equação 12, para determinar o RPM dado pela roda.

$$\omega = \frac{V_t - 60}{\pi * D_r} \quad \omega = \frac{2.24 - 60}{\pi * 1.8} \quad \omega = 23.78 \text{ RPM}$$

A velocidade de 23,78 RPM é usada nos cálculos da bomba de pistão.

O valor do coeficiente de velocidade do jato de saída de Nolley  $K_{co}$  é de 0,98 obtido da Tabela 1. Designe na equação para determinar a velocidade:



$$V_o = K_{co} * \sqrt{2 * g * H} \quad V_o = 0.98 * \sqrt{2 * 9.81 * 1.60} \quad V_o = 5.49 \frac{m}{s}$$

Diâmetro do jato O diâmetro do jato é aplicado à Equação e determinado:

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q_p}{\pi * V_o}} \quad d = \sqrt{\frac{4 * 0.0372}{\pi * 5.49}} \quad d = 0.09m \rightarrow 90mm \rightarrow 3.54"$$

Número de lâminas

A equação é usada:

$$N = 15 + \frac{D}{2d} \quad N = 15 + \frac{1.08}{2(0.09)} \quad N = 25$$

Com 25 pás você tem um alcance de acordo com o catálogo, para que o sistema de bombeamento funcione corretamente.

Dimensão das lâminas

A profundidade do alabe aplica a Equação:

$$X = (0.08 \text{ a } 1) * d \quad X = (1) * 0.09 \quad X = 0.09m \Rightarrow 9cm$$

A altura da lâmina é definida pela Equação:

$$B = (2.25 \text{ a } 2.8) * d \quad B = (2.25) * 0.09 \quad B = 0.21m \Rightarrow 21cm$$

A largura da lâmina é calculada com a Equação:

$$C = (2.6 \text{ a } 3) * d \quad C = (2.6) * 0.09 \quad C = 0.24m \Rightarrow 24cm$$

As dimensões obtidas a partir das pás são medidas mínimas para o respectivo cálculo da roda.

Eficiência da roda d'água

Substitua os coeficientes já conhecidos e assumindo  $\beta = 6^\circ$  en la ecuación:

$$\eta_r = 2 * K_{co}^2 * K_u(1 - K_u) * (1 + K_f \cos\beta) \quad \eta_r \\ = 2(0.98)^2 * 0.5(1 - 0.5) * (1 + 0.8 \cos 6^\circ)$$

$$\eta_r = 0.85$$

A faixa de eficiência de uma roda d'água varia de 0,60, a eficiência  $0.60 < \eta < 0.90$  determinada do cálculo é de 0,85 garante a eficiência dentro da faixa definida.

Potência relacionada à entrada de jato com impacto na lâmina Aplique a Equação, com cosseno de 180 para aproveitar a energia da água nas lâminas:

$$F_x = \rho * Q * (\tilde{V} - V_t) - \cos\theta \quad F_x = 1000 * 0.0370(4.48 - 2.24) - \cos 180$$

$$F_x = 83.91N$$

Potência hidráulica da roda. Com a Equação, obtemos:

$$P_r = F_x * V_t \quad P_r = 83.91 * 2.24 \quad P_r = 188.06$$

A potência de 188,06 é a potência mínima da roda d'água. A faixa da potência útil é de 117 a 294, por esta razão esta potência está na faixa ideal.

Torque da roda d'água O torque e a velocidade angular da roda são determinados aplicando a Equação: Dados:

$$Potencia\ de\ rueda\ hidráulica\ P = 188.06N \quad Ancho\ de\ rueda\ C = 25cm$$

A roda usada para a bomba hidráulica tem 1,80 m de diâmetro.

Altura de bombeamento use a equação:

$$H_{TOTAL} = H_{física} + H_{perdidas} + H_{perdidas\ menores}$$

A altura física é retirada dos dados obtidos pela topografia do setor, neste projeto é de 183 m de altura da roda d'água até o tanque de distribuição de água.

Velocidade média do tubo

Vazão mínima necessária para o projeto:

$$Q = 7000 \frac{lt}{día} \Rightarrow (8.10 * 10^{-5}) \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 7000 \frac{lt}{día} * \frac{1m^3}{1000lt} * \frac{1día}{24\ horas} * 1 \frac{hora}{3600s} = 8.10 * 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

Da Tabela 7, nome comercial da célula de tubo de PVC 40 = 1"

$$D_i = 26.2mm = 0.0262m$$

Com a Equação, localize a área de fluxo:

$$A_{ft} = \frac{D_i^2}{4} = \frac{\pi(0.0262)^2}{4} = 0.00059 m^2$$

A partir da Equação, a velocidade média na tubulação é limpa:

$$Q = V_p * A_{ft} \Rightarrow V_{pt} = \frac{Q}{A_{ft}} = \frac{(8.10 * 10^{-5}) \frac{m^3}{s}}{0.000539 m^2} = 0.15 \frac{m}{s}$$

A velocidade de sucção e descarga da bomba é a mesma porque o tubo de condução do fluido plástico é de 1".

Número de Reynolds Usando a Equação 39, você obtém se o fluxo no tubo é laminar ou turbulento. A viscosidade cinemática da água é conhecida  $\gamma = 1.15 * \frac{10^{-6} m}{s}$ .

$$N_R = \frac{v * D * \rho}{\mu} = \frac{v_{pt} * D_i}{\gamma} \quad N_R = \frac{0.15 \frac{m}{s} * 0.0262 m}{(1.15 * 10^{-6}) \frac{m^2}{s}} = 3423.69$$

O número de Reynolds calculado está entre  $2000 < 3423.69 < 4000$ , o fluxo do tubo está no regime da região crítica, próximo a um fluxo turbulento. Esta região não causa dificuldades.

Pequenas perdas na sucção da bomba: Para obter as perdas menores, aplica-se a Equação 40 e com a Equação 43 é a rugosidade relativa:

$$\frac{D}{E} = \frac{0.0262}{0.0015} \quad \frac{D}{E} = 17.467$$

Para o coeficiente de atrito, aplica-se a Equação 42, como fluxo turbulento devido a estar na zona crítica.

$$ft = \frac{0.25}{\left[ \log_{10} \left( \frac{1}{3.7 \left( \frac{D}{E} \right)} + \frac{5.74}{N_R^{0.9}} \right) \right]^2} \quad ft = \frac{0.25}{\left[ \log_{10} \left( \frac{1}{3.7(17.467)} + \frac{5.74}{3423.69^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0.0849$$

Cálculo de perdas em sucção é aplicada Equação 38, em sucção você tem os seguintes acessórios:

Uma válvula de pé, da Tabela 14  $Le/D$  é de 420 pés e o valor de pé = 0,0849 para tubo de plástico de 1" da Tabela 17 e da Equação 48, determina o valor de k para cada encaixe e multiplica pela quantidade do mesmo.

$$k = \frac{Le}{D} * ft = 420 * 0.0849 = 35.66$$

Dois côvados 90° onde, Le/D é 30 pés Tabela 16:

$$k = \frac{Le}{D} * ft = 30 * 0.0849 = 2.54 * 2 = 5.09$$

Um cotovelo de 45° onde, Le/D é 16 pés Tabela 16:

$$k = \frac{Le}{D} * ft = 16 * 0.0849 = 1.35 \quad h_{Lms} = k \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

$$= (35.66 + 5.09 + 1.35) * \left( \frac{(0.15)^2}{2 * 9.81} \right)$$

$$h_{Lms} = 0.35m$$

Pequenas perdas por descarga: Com a Equação 38, obtêm-se as menores perdas na descarga, na linha de descarga temos os seguintes acessórios:

Duas válvulas globo, da Tabela 10 Le/D é de 340 pés e o valor de ft = 0,0849 para tubo de plástico de 1"

$$k = \frac{Le}{D} * ft = (340 * 0.0849) = 28.83 * 2 = 57.73$$

Seis válvulas de retenção, da Tabela 10 Le/D é de 400 pés:

$$k = \frac{Le}{D} * ft = (400 * 0.0849) = 33.96 * 6 = 203.76$$

Sete T, da Tabela 11 Le/D é de 20 pés:

$$k = \frac{Le}{D} * ft = (20 * 0.0849) = 1.69 * 7 = 11.88$$

Dez côvados 90° da Tabela 11 Le/D é de 30 pés:

$$k = \frac{Le}{D} * ft = (30 * 0.0849) = 2.54 * 10 = 25.4$$

Cinco côvados de 45° da Tabela 11 Le/D é de 16 pés:

$$k = \frac{Le}{D} * ft = (16 * 0.0849) = 1.36 * 5 = 6.79$$

$$h_{Lms} = k \left( \frac{v^2}{2g} \right) = (57.75 + 203.76 + 11.88 + 25.40 + 6.79) * \left( \frac{(0.15)^2}{2 * 9.81} \right)$$

$$h_{Lms} = 0.048m$$

Maiores sucção de perdas

Para obter as maiores perdas aplique-se a Equação 40, e para o coeficiente de atrito é aplicada a Equação 42, como fluxo turbulento por estar na zona crítica.

$$f_t = \frac{0.25}{\left[ \log_{10} \left( \frac{1}{3.7 \left( \frac{D}{E} \right)} + \frac{5.74}{N_{R^{0.9}}} \right) \right]^2} \quad f_t = \frac{0.25}{\left[ \log_{10} \left( \frac{1}{3.7(17.467)} + \frac{5.74}{3423.69^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0.0849$$

Com a Equação 43, encontre a rugosidade relativa:

$$\frac{D}{E} = \frac{0.0262}{0.0015} \quad \frac{D}{E} = 17.467$$

Com os dois dados obtidos substituir na Equação 40, para encontrar as maiores perdas na sucção.

Considere um comprimento de viagem em sucção:  $L_s = 10m$

$$h_{Lms} = (0.0849) * \frac{10}{(0.0262)} * \left( \frac{(0.15)^2}{2 * 9.81} \right) \quad h_{Lms} = 0.037m$$

Descarga de perdas maiores considere um tempo de viagem na descarga:  $L_d = 700m$

$$h_{Lmd} = f \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g} \quad h_{Lmd} = (0.0849) * \frac{700}{(0.0262)} * \frac{(0.015)^2}{(2 * 9.81)} \quad h_{Lmd} = 2.65m$$

Queda de pressão por atrito em tubos Use na Tabela 1 e aplique a Equação 45 para obter:

$$h_{Lmd} = \frac{700 * 0.70}{100} = 4.90m$$

Total de perdas

É a soma de todas as perdas maiores e menores na sucção, descarga e tubulação do sistema de bombeamento de água:

$$h_{LT} = h_{Lms} + h_{Lms} + h_{lms} + h_{hft} \quad h_{LT} = 0.048 + 0.35 + 0.037 + 2.61 + 4.90$$

$$h_{LT} = 7.94m$$

Altura de bombeamento

É a soma da altura física mais a altura por perdas que existe no tubo e nos acessórios, conforme indicado na Equação 36:

$$H_T = 183 + 7.94 \quad H_T = 190.94m$$

A altura total de bombeamento é de 190,94 MCA é usado na curva da bomba para obter a potência da bomba de roda hidráulica.

Pressão da bomba

A pressão é calculada com a Equação 44:

$$P_{bomba} = \rho * g * (Z_1 - Z_2) \quad P_{bomba} = 1000 \frac{kg}{m^3} * 9.8 \frac{m}{s^2} * (190.60 - 0)m$$

$$P_{bomba} = 271.17 (psi)$$

Seleção da roda hidráulica da bomba do tubo, tanque de coleta

O tubo a ser instalado é de PVC de 1 polegada de diâmetro. De acordo com o cálculo, a pressão de trabalho no sistema é de 260 PSI, por esta razão o tubo selecionado suporta a pressão de trabalho.

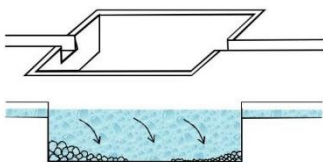
Seleção de tubulação de captação fluvial, tanque de desassoreamento: A tubulação a ser instalada entre a bacia hidrográfica do aterro sanitário e o tanque de desassoreamento tem 220 mm de PVC NOVOFORT de diâmetro de acordo com a Tabela 9.

Este tubo é usado porque o diâmetro do jato mínimo necessário para a roda d'água é de 100 mm, por esta razão o tubo de 220 mm é suficiente para a demanda do diâmetro do jato.

Dimensões do tanque de desassoreamento: As dimensões do tanque de desassoreamento são: comprimento: 3 metros; largura: 2 metros; e altura: 2 metros, com divisão ao meio ao longo do comprimento do tanque. No tanque de desassoreamento são instalados 3 tubos de PVC de 1 metro de comprimento perfurados (tubo de desassoreamento).

#### Figura 4

Tanque desander



Nota: Representação do que foi o tanque de desassoreamento. Elaborado por: H Lehabim, 2022.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O resultado obtido foi que o sistema utilizado é adequado, pois nos cálculos teóricos a vazão mínima é de 7000 litros por dia, a vazão real na saída do sistema de bombeamento é de 10080 litros/dia existindo um aumento de 44% da vazão. A roda a ser usada no sistema tem um diâmetro de 1,80 m e uma largura de 25 centímetros, o desempenho desta roda é de 85% dentro da faixa estabelecida. A bomba necessária para este sistema é a bomba de pistão, com o diâmetro da roda de 1,80 metros, o desempenho desta bomba é de 59%, o que garante o seu trabalho correto. A vazão real é de 7 lt/min, sendo superior à vazão mínima exigida de 3,8 lt/min, esse valor é bom para o projeto, pois possui uma vazão maior para suprir o consumo de água. Com a implementação de uma roda d'água de dois pistões, uma das grandes vantagens é que você não terá que pagar eletricidade ou serviço de água, eles só terão que mantê-lo de tempos em tempos. O uso dos recursos hídricos com este sistema de bombeamento irá melhorar a qualidade de vida dos habitantes deste município, com a produção agrícola e uso diário. Este estudo é implementado com o objetivo de contribuir para a resolução do grande problema social da disponibilidade de água. Com base nos dados recolhidos e nos resultados este projeto tem as suas limitações que são; O uso da água não é 100%. Eles não funcionam na mesma velocidade que uma centrífuga. Não tem o mesmo desempenho em termos de alto fluxo. Um abastecimento de água tem de ser adaptado a uma altura mais elevada da bomba.

## **RECOMENDAÇÕES**

Mantenha sempre a chave de saída da bomba aberta, ela nunca deve ser fechada quando o sistema estiver em operação, pois a bomba é um equipamento alternativo que aumenta a pressão para cada revolução que vai da roda d'água até o sistema.

Realizar manutenção preventiva todos os anos para evitar danos às peças da estação de bombeamento de dois pistões e verificar sua respectiva lubrificação. Limpe o tanque de desassoreamento conforme necessário, devido ao acúmulo de areia e resíduos trazidos pelo rio.

Para aplicações de irrigação por gravidade agrícola, recomenda-se ter um tanque de armazenamento, quando é necessária uma taxa de fluxo maior do que a bomba e, assim, garantir o fluxo desejado.

## REFERÊNCIAS

- Aguera, S. J. (2000). Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas. México: McGraw–Hill.(pp. 79-86)
- Alvarado, V. (2016). Diseño DeUn Sistema Hidraulico Para Suministrar Agua Al Sistema De Riego Fundo El Papayal, Bagua. Jaen: Universidad Cesar Vallejo.(pp. 27-30)
- Angel, M. V. (2016). Selección de Bombas para la Extracción de Aguas Subterráneas en Pozos. Profundos. Santa Cruz Acatlán, Naucalpan: Universidad Nacional Autónoma de México.(pp. 43-45)
- Arias, R. C. (2014). Estudio Para El Proyecto Hidrológico Para Proteger A La Población De Inundaciones Y Aprovechar Mejor El Agua. Tabasco: Comisión Nacional del Agua.(pp. 61-67)
- Armenta, B. (2009). Estudio de los parámetros de funcionamiento. Cuenca: Universidad Politécnica.(pp. 19-23)
- Arredondo, J. T. (2011). Diseño, Montaje Y Ensayo De Una Bomba De Mecate. Madrid: Univeridad Carlos III de Madrid.(pp. 76-78)
- Bayon, O. J. (2010). Diseño, contrucción e implementacion de una bomba de sogá. Bucaramanga: Universidad Pontifia Bolivariana.(pp. 14-19)
- Chamba, L. F. (2005). Diseño Y Construcción De Un Ariete Y De Una Rueda Hidráulica Para Bombeo De Agua En La Granja Experimental San Marcos Del Hcpp. Sangolquí: Escuela Politécnica Del Ejército.(pp. 63-68)
- Castelli, B. (2012). Algunos folletos filosóficos del poderes Abad D Benedetto Castelli. Italia: Plataforma. (pp.5-30)
- Chan, N. R. (2016). Proyecto De Eficiencia Energetica Para La Estacion De Agua Cruda Dolores. Cartagena De Indias: Universidad De Cartagena.(pp. 55-59)
- Chincoa, C. (2017). Espacio, Tiempo Y Forma. Madrid: Revista De La Facultad De Geografía E Historia.(pp. 33-34)



- CONAGUA. (2009). Semblanza Histórica del Agua en México. México: : Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.(pp. 23-27)
- Córdova, F. Sánchez, T. (1995) "Manual de Mini y Micro centrales Hidráulicas: Una guía para el desarrollo de proyectos", Perú: ITDG. (pp.156-161)
- Domingo, A. M. (2006). Apuntes de Mecánica de Fluidos. España: Coreative mmons Attribution-Share.(pp. 48-53)
- Edmundo, P. G. (2018). Hidráulica básica: historia, conceptos previos y ecuaciones. Jiutepec: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.(pp. 37-41)
- Eríquez, L. (2007). Diseño Y Construcción De Un Sistema De Bombeo Accionado Por Una Rueda Hidráulica Para El Laboratorio De Energías Alternativas Del A.E.I.R.N.N.R. Loja: Universidad Nacional De Loja.(pp. 26-35)
- Espinosa, A. (2011). El agua en el Antiguo Egipto. Uruguay: Canal de Isabel II Gestión .(pp.14-17)
- Esteban, G. C. (2019). Diseño De Una Bomba Tipo Espiral Para Irrigación De Cultivos Del Centro Poblado La Cria Lambayeque. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.(pp. 14-16)
- Fernando, M. H. (2015). historia y medio físico. España: Almerienses. (p.3)
- French, R. H. (1988). Hidráulica de canales. México: McGraw Hill. (pp. 25-33)
- Guerrero, R. (2010). Implantation et hydraulique monastiques. Estados Unidos: lumiere Lyon 2. (pp.457)
- Guerrero., R. (2015). El agua en el antiguo egipto. Barcelona: Lavola. (pp.457)
- INEGI. (2019). Censo de Población y Vivienda. Tabasco: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.(pp. 1-11)
- INEGI. (2019). Anuario estadístico y geográfico. Tabasco: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.(p. 17)

- INEGI. (2019). Aspectos Geográficos. Tabasco: Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Uso Potencia.(pp. 9)
- INEGI. (2019). Información. Mexico: Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.(pp. 5-9)
- INEGI. (2019). Panorama sociodemográfico. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.(pp. 1-3)
- Jiménez, F. J. (2015). Estudio histórico, técnico de los molinos hidráulicos de Alcala de Guadaíra. Sevilla: Universidad de Sevilla.(pp. 66-71)
- Kumara, L. (2014). Analysis Of Floating Type Water Wheel For Pico Hydro Systems In Sri Lanka. Estados unidos: Houston.(pp. 51-53)
- Lizana, A. C. (2018). Diseño De Un Sistema De Bombeo Mediante Ariete Hidráulico. Universidad de Piura: Piura.(pp. 23-28)
- López, J. M. (2012). Sistemas hidráulicos en los monasterios cistercienses de la corona Aragón. Aragón: Escuela Politécnica superior.(pp. 77-80)
- Los Recursos Hidraulicos De America Latina. Argentina . (1971). Argentina: Publicación De Las Naciones Unidas.(pp. 22-23)
- Marín, C. T. (2015). La forma del agua. España: Universidad Politécnica de Madrid.(pp. 36-37)
- Martinez, C. (2007). Mecánica de fluidos . México: Universidad Politécnica.(pp. 56-57)
- Miguel, G. (2014). El Agua En La Antigua Roma. Barcelona : Universidad de Alicante. pp. (257-308).
- Mosqueda, A. R. (2015). Uso eficiente del agua y energia: modelos y gestión conjunta de sistemas de bombeo. Albacete: 2015.(pp. 33-35)
- Muz, J. A. (2007). Diseño Del Sistema De Agua Potable Por Bombeo Para La Colonia Romec Y Diseño Del Instituto De San José Chacayá, Sololá. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.(pp. 26-33)