****

**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO RESERVATÓRIO:**

**ANÁLISE AO FUNCIONAMENTO**

|  |
| --- |
|  |
| **Autor: Regina Casimiro** |  |
| **Data: Março 2024** |  |

**CONTROLE DE VERSÃO**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Versão**  **número** | **Data** | **Autor** | **Verificado** | **Alterações** |
| P1 | ??/03/2024 | RC |  | Para comentários |
|  |  |  |  |  |

**Relatório preparado para a Infralobo - Empresa de Infra-estrutruras de Vale do Lobo, E.M.**

**Figura #1:** Classificação da eficiência energética da instalação

**Eficiência global kWh/(m3x100m)1**

**100% - 85%**

**84% - 75%**

**74% - 63%**

**62% - 55%**

**54% - 45%**

**44% - 35%**

**<35%**

**34.5% 0.79 kWh/(m3x100m)2**

Nota:

1 Indicador ERSAR (100% de rendimento equivale a 0.27kWh/(m3X100)

2 Corresponde a uma eficiência média de bombeamento de 34.5%

**Quadro #2:** Métricas de avaliação para a situação *Statu Quo*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO** | **Dia de maior consumo** | **Dia de menor consumo** |
| Energia em excesso por unidade de água-E13  [kWh/m3] |  |  |
| Consumo específico de energia- E24  [kWh/m3] |  |  |
| Energia de bombagem  [kWh/dia] |  |  |
| Rácio de energia em excesso - E35  [-] |  |  |
| Índice de desempenho associado à velocidade máxima  [%] |  |  |

Notas:

3 O índice E1 traduz o potencial teórico de redução de energia por m3 de água entrada no sistema;

4 O índice E2 traduz o potencial teórico de redução de energia por m3 de água facturada;

5 O índice E3 traduz de forma muito direta o número de vezes que a energia fornecida ao sistema é superior à energia mínima teoricamente necessária.

Sobre este relatório…

O presente relatório tem como objectivo a recolha e análise de informação disponível, referente à estação elevatória (EE), com o objectivo de **identificar oportunidades de melhoria na eficiência do sistema** em conformidade com os requisitos de pressão e caudal.

Este relatório é baseado na informação disponível na telegestão. Os valores das variáveis não provêm de medições de campo precisas e exaustivas. As consequentes analises e observações dependem de pressupostos e estimativas.

O relatório **não serve como proposta para decisões de investimento**. Para esse fim seria necessário recursos humanos especializados e ensaios de campo com instrumentação específica para obtenção, com fiabilidade, das grandezas electricas e hidráulicas. Só assim será possível fundamentar análises custo-benefício de comparação de alternativas de investimento.

**Quadro #1:** Lista de ações para melhoria da eficiência

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Lista de verificação** | **Potencial para melhoria de eficiência** | | | |
|  | **N/A** | **BAIXO** | **MED** | **ALTO** |
| **Procura** | Diminuir consumo1 |  |  |  |  |
| Diminuir pico de consumo2 |  |  |  |  |
| Diminuir pressão necessária3 |  |  |  |  |
| Diminuir perdas de água |  |  |  |  |
| **Tubagem** | Alterar configuração / layout |  |  |  |  |
| Alterar diâmetro das tubagens para aumento da capacidade de transporte4 |  |  |  |  |
| **Abastecimento** | Substituir os grupos |  |  |  |  |
| Reconfigurar o sistema de controlo |  |  |  |  |
| Alterar a sequência de funcionamento das bombas |  |  |  |  |
| redução da pressão de saída da EE |  |  |  |  |

1 Inclui oportunidade de redução de caudal por clientes ou autoconsumo.

2 Inclui oportunidade de desvio de parte do consumo em hora de pico para outros períodos de menor consumo.

3 Inclui oportunidade de reformulação das zonas de abastecimento, com possível desvio de pontos de consumo que exigem maior pressão para outras zonas de abastecimento.

4 Inclui as tubagens da conduta de compressão (interior da EE) e tubagem de saída da EE (exterior à EE).

Requisitos impostos à Estação Elevatória

**Dia de menor consumo**

2 jan 2023 (679 m3)

**Dia de maior consumo**

5 agosto 2023 (4509 m3)

**Curva de duração**

The flow rate Q of a centrifugal pump system can, in the most extreme case, fluctuate between a maximum value and zero. If we order the required daily flow rate from largest to smallest, and plotting with respect to percentage time we obtain the ordered annual load duration curve. A duration curve helps evaluate the number of hours a pump operates at different flow rates and is useful to determine the best combination of pumps to match the system’s flow requirement.

A informação in Figure #2 can be rearranged to show a “duration curve” which sim ply highlights the variation of flow requirements over a day. The flow duration diagram in Figure #3 shows how many hours during a day the flow requirement exceeds a certain level. The peak flow rate that is required is the intercept with the Y-axis. The advantage of this diagram is that it clearly shows the demands from the system, regarding max flow rate, average flow rate and the variations.

**Previsão de novos consumos**

Loteamento VDL III (estimativa do n.º lotes x consumo típico de lotes já existentes no loteamento)

**…mas existe um cenário de incerteza**

Incerteza de consumos: description of any management policies or pratices that influence the pumping system operational requirements

efeito de possiveis restrições devido a seca | efeito do aumento tarifário|

possibilidade de desviar consumo para conduta do litoral

Uma imagem com texto, captura de ecrã, diagrama, file

Descrição gerada automaticamente

**Figura # ?:** Curva de duração: Verde dia de menor consumo (02.01.2023); Laranja: dia de maior consumo (05.08.2023)

Requisitos

Quais as causas da baixa eficiência?

**Pto de funcionamento da bomba & curva da instalação**

Bombas não duplicam/triplicam o caudal

Pq predominam as perdas de atrito por limitação da capacidade de transporte

Quadro 1,2,3 bombas: caudal e consumo energético

Plot: E resultados dataloggers (saída bombas vs saída EE)

…o que se explica se a construção civil (diâmetro de saída da EE) data de 1965 com consumos diferentes e menor área de abrangência

**Resultados Datalogger**

Dia 22.02.2024 @ 10.20h pressão à saida do grupo 1 = 3.9 bar e pressão à saída da estação elevatõria 2.5 bar para caudal 59.3 m3/h o que aponta para perdas de carga significativas (1.4 bar), no interior da instalação, causadas pelo esquema hidráulico da EE

Dia 26.02.2023 @10:57:57 pressão à saída do grupo 3 = 3.1 bar e pressão à saída da EE de 2.7 bar para caudal 40 m3/h o que aponta para perdas de carga de 0.4 bar

No dia 23.02.2024 @ 9:14h com a bomba joker a funcionar (bomba colocada junto da tubagem de saida do edificio) a pressão lida no manómetro à saída do grupo joker indicava 2.7 bar para um caudal da ordem dos 53 m3/h e a pressão à saída da EE (S-monitor) de 2.4 bar…perdas de carga de 0.3 bar …

…mais dados de pressão por dataloggers

Confirmar com dataloggers que:

B3 – pressão de funcionamento menor

B1 – pressão de funcionamento maior

Estando o grupo joker mais perto da saída terá menor perdas de carga e o grupo1 maior perdas de carga

Como responde o sistema aos constrangimentos da capacidade de transporte?

**Análise do sistema de controlo**

Identification of whether the pumping system requirements can be characterised as variable demand

A VSD (variable speed drive) pressure control – VSD pressure control involves maintaining a constant pressure delivered by a pump by altering the pump’s speed via a VSD (variable speed drive) as flow demand changes. The operating point of the pump moves along the constant-head line, by adjusting the speed of the pump to match the changing flow demand while maintaining the required system head

A instalação de um sistema automático de variação de velocidade permitia, em teoria, assegurar a pressão constante, qualquer que seja o caudal pedido ao sistema de distribuição de água. Existe uma sonda de pressão e um regulador automático, que emite a ordem para, em cada instante, ajustar a velocidade de rotação de modo a procurar anular o afastamento verificado da pressão.

Descrição do algoritmo do modo de funcionamento (em anexo)

* Variadores a >85%
* Maior pressão à saída dos grupos
* Menor caudal bombeado
* Maior consumo energético

**Mas simultaneamente …**

* Menor pressão à saída da EE

Plot: Caudal Vs pressão à saída da EE

**…o que resulta em constrangimentos de pressão mínima aos clientes**

Os problemas de pressão minima estão ligados a perdas de carga (pressão diminui com aumento de caudal e aumento mais do que expectável (qto é expectável??) do consumo energético)

* Difficulty in delivering the demand flow at pressure settings: gráfico de pressão e consumo em agosto 05.08.2023…

PLOT caudal VS pressure VS consumo energético

Plot: diagrama de desempenho EPANET

**…mas também temos problemas ao nível de pressão máxima**

Pressão superior à pressão regulamentar (e de flutuação de pressão?)

* Decreto Regulamentar n.º23/95, de 23 de Agosto, estabelece como minimo de 10 m.c.a. (o que na rede pública e ano nível do arruamento corresponde a H (em m.c.a.)=10+4n m.c.a. onde n= número de pisos acima do solo)….
* DL 23/95 pressão máxima regulamentar de 60 m.c.a.
* pressure requirements considerando como pressão de serviço 20 m.c.a. (ao nível do solo)
* Áreas com pressão superior a regulamentar: medições de pressão em PRVDL209 (ver anexo) demonstrar modelo EPANET e locais com pressões superiores às regulamentares----confirmado com medições de campo com datalogger

EPANET FIGURE (reservatório a dar 2.9 bar\_ver pressão máxima de 05.08.2023 ou de 02.01.2023) com pressão de saída 2.9 bar e pontos > 6 bar pontos de consumo afectados

* Se o PRDVL209, situado à cota??? mca, apresenta valores de pressão de 6 bar significa que 0s pontos de consumo da 1148\_VDL e ???? registaram pressões superiores a 6 bar pois estão a cota inferior (???? mca e ???mca, respectivamente)

Recomendações e trabalhos futuros

* Alteração do sistema de controlo
* Redução de perdas

Auditoria energética para decidir sobre a eventual:

* Correção do atual estrangulamento da capacidade de transporte e perdas por atrito (rearranjo da configuração e aumento do diâmetro da tubagem de compressão)
* Substituição dos grupos eletrobomba (equipamento data de 2020)

*Assuntos a serem observados…*

* redução de consumo plano de eficiência hídrica
* possível redução de consumo por alteração de espaços verdes
* tarifário bi-horário impacto no pico de consumo

Baseline Consumption Estimation

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pump ID | Model | Type | Impeller diameter | Motor3 speed | Rated  (kW) | Average Load Factor | Annual Run Hours | Annual Usage  (MWh)\* |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Nota:

3 Full load

\*Where Anual Consumption= (rated kW/1000) x (Average Load Factor) x (Annual Run Hours)