



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Ramo : Construção Mecânica

TRABALHO DE LICENCIATURA

Elaboração de Processo Tecnológico de Construção duma Estação de Serviço de Automóveis.

Estudante : Paulino, Cremildo Pinoca.

Supervisor : Prof. Dr. Alexandre Kourbatov

Maputo, Fevereiro de 2006

DECLARAÇÃO DE HONRA

O presente trabalho de licenciatura foi concebido no Departamento de Engenharia Mecânica, e desenvolvido unicamente pelo autor e candidato a engenheiro mecânico, com base nos conhecimentos técnicos e científicos adquiridos ao longo do seu curso de engenharia e dos recursos que se encontram referenciados no trabalho, para além da orientação dada pelo seu supervisor.

Maputo, Dezembro 2005

(Cremildo Pinoca Paulino)

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer em primeiro lugar aos meus pais, irmãos e familiares, pelo contributo dado na minha formação académica. Agradecimento especial ao meu irmão Daniel Pinoca que acreditou e encorajou a minha carreira académica.

Um abraço muito especial a minha namorada Fláucia e a todos os amigos que directa e indirectamente contribuíram e estiveram presentes em todos os momentos da minha formação.

Aos meus docentes, agradecimentos especiais pela transmissão de conhecimentos

Por último agradecer ao meu supervisor DR. Engº Alexandre Kourbatov pelo apoio e dedicação na supervisão deste trabalho e ao Sr. Engenheiro Cândido Ferreira da empresa BP Moçambique pelo empenho e ajuda na recolha de dados necessários para a elaboração do presente trabalho de licenciatura.

RESUMO DE TRABAHO

O presente trabalho consiste na elaboração dum processo tecnológico de construção duma estação de serviço de abastecimento de combustíveis da empresa BP Moçambique, que garante uma uniformidade das estações de serviços desta empresa, e que diminui o tempo e os custos de construção.

Este trabalho é composto por duas partes nomeadamente o relatório e a parte gráfica.

O relatório é constituído por 70 páginas agrupadas em 5 capítulos; o primeiro faz abordagem geral do conceito de estação de serviço, combustíveis e óleos lubrificantes.

O segundo capítulo faz referência a implantação; localização e escolha do tipo da estação, determinação da capacidade da estação, escolha e determinação do tipo de equipamento básico, cálculo da área ocupada pela estação, além da determinação do stock do combustível.

O terceiro capítulo trata do processo tecnológico de construção dos elementos da canopy; análise construtiva e tecnológica, escolha dos tipos e métodos de tratamento, escolha das bases tecnológicas de tratamento das superfícies, sequências e rotas de tratamento e também faz o cálculo dos regimes de corte

O quarto capítulo faz o estudo e projecção dum dispositivo auxiliar de elevação de carga, enquanto que no quinto capítulo fazem-se as considerações finais conclusões e recomendações, para além dos anexos que também fazem parte do relatório.

A parte gráfica é composta por 6 desenho sendo 5 em formato A1 nomeadamente desenho da estação, desenho da canopy, desenho da torre de elevação, desenho do mecanismo de elevação sequência de montagem e desenho duma peça da canopy em formato A3.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO | 1 |
| 1. GENERALIDADES | 2 |
| 1.1. Estação de Serviços | 2 |
| 1.2. Combustíveis e óleos lubrificantes | 4 |
| 2. RECOLHA DE DADOS E DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS PRINCIPAIS | 7 |
| 2.1. Escolha ou identificação do local de instalação..... | 7 |
| 2.2. Escolha do tipo de estação | 11 |
| 2.3. Determinação de número de utentes e capacidade da estação..... | 11 |
| 2.4. Escolha do equipamento básico | 13 |
| 2.5. Determinação de número de máquinas e de equipamentos a instalar..... | 16 |
| 2.6. Determinação de volumes de combustível e do stock para a estação..... | 18 |
| 2.7. Determinação da área e das vias de acesso da estação | 19 |
| 2.8. Determinação dos parâmetros eléctricos | 26 |
| 3. PARTE TECNOLÓGICA | 28 |
| 3.1. Descrição da construção da canopy | 28 |
| 3.2. Análise construtiva e tecnológica da sapata | 30 |
| 3.3. Escolha de tipo de produção e método de trabalho | 31 |
| 3.4. Escolha da peça em bruto | 31 |
| 3.5. Escolha das bases tecnológicas..... | 32 |
| 3.6. Escolha da sequência de tratamento das superfícies..... | 36 |
| 3.7. Elaboração da rota de tratamento da peça | 37 |
| 3.8. Elaboração das fases de tratamento da peça | 38 |
| 3.9. Descrição da montagem da canopy | 44 |
| 4. DIMENSIONAMENTO DUM DISPOSITIVO DE ELEVAÇÃO DE CARGA..... | 46 |
| 4.1. Análise construtiva do dispositivo | 46 |
| 4.2. Escolha do cabo de sustentação da carga..... | 48 |
| 4.3. Cálculo de transmissão por engrenagem cilíndrica aberta..... | 51 |
| 4.4. Determinação das forças que actuam nos elementos da estrutura | 53 |
| 4.5. Dimensionamento dos Elementos..... | 64 |

| | |
|--|----|
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 68 |
| 5.1 Conclusão..... | 68 |
| 5.2. Recomendações | 68 |
| 5.3 Limitações do projecto..... | 69 |
| BIBLOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 70 |
| Referências bibliográficas..... | 70 |
| Bibliografia | 70 |
| ANEXOS | 71 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Designação | Unidade |
|--------------|---|-------------------|
| $[\sigma_f]$ | Tensão de flexão admissível | N/mm ² |
| A_v | Avanço calculado | mm/volta |
| A_{vm} | Avanço da máquina | mm/volta |
| A_{vt} | Avanço teórico | mm/volta |
| C_v | Comprimento da viga 2 | mm |
| b_r | Braço da roldana | mm |
| C | Comprimento | m |
| C_b | Comprimento da broca | mm |
| C_{bg} | Comprimento do braço do guincho | mm |
| C_{bt} | Comprimento da parte de trabalho da broca | mm |
| C_c | Comprimento do cabo | m |
| C_{cr} | Comprimento do cabo a enrolar no tambor | m |
| C_d | Comprimento da área ocupada pelos depósitos | m |
| C_v | Comprimento do veio | mm |
| C_f | Comprimento do furo | mm |
| C_t | Comprimento do tambor | m |
| d | Distância entre depósitos com combustíveis diferentes | m |
| d_l | Distância entre depósitos com o mesmo combustível | m |
| D_a | Diâmetro de arame | mm |
| D_b | Diâmetro da broca | mm |
| D_c | Diâmetro do cabo | mm |
| D_{dd} | Diâmetro de depósito diesel | m |
| D_{dgc} | Diâmetro de depósito de gasolina sem chumbo | m |
| D_{dgs} | Diâmetro de depósito de gasolina super | m |
| D_{dp} | Diâmetro de depósito de petróleo de iluminação | m |
| D_v | Diâmetro de veio | mm |
| d_i | Distancia entre as ilhas de abastecimento | m |
| D_r | Diâmetro da roldana | mm |
| D_t | Diâmetro do tambor | mm |
| D_{v1} | Diâmetro divisor do pinhão | mm |
| D_{v2} | Diâmetro divisor da roda | mm |
| e | Profundidade de corte | mm |

| | | |
|-----------|--|---------|
| F_1 | Tensão que actua no cabo | N |
| F_2 | Tensão que actua no cabo | N |
| F_h | Força de humana | N |
| F_p | Peso da carga | N |
| F_{rot} | Força de rotura do cabo | N |
| g | Aceleração de gravidade | m/s^2 |
| H | Altura do pilar | m |
| h_t | Altura do chão até ao eixo do tambor | m |
| K | Coeficiente de correcção | |
| K_{ls} | Coeficientes de correcção | |
| K_{ps} | Coeficientes de correcção | |
| L | Largura | m |
| L_b | Largura da bomba | m |
| L_d | Largura da área ocupada pelos depósitos | m |
| m | Massa máxima a elevar | kg |
| M_A | Momento de força em A | N.m |
| M_B | Momento de força em B | N.m |
| M_C | Momento de força em C | N.m |
| M_f | Momento de flector máximo | N.m |
| M_{red} | Momento de reduzido | N.m |
| M_t | Momento torçor | N.m |
| M_{t1} | Momento torçor do veio do pinhão | N.m |
| M_{t2} | Momento torçor do veio da roda | N.m |
| N | Número de lados em que a máquina pode ser operada | |
| N_b | Número de bombas necessárias | |
| n_c | Frequência de rotações calculado | rpm |
| N_{ced} | Número total de carros que entram por dia | |
| N_{ceh} | Número de carros que entram por hora | |
| N_{cem} | Número de carros que entram por dia no período morto | |
| N_{cep} | Número de carros que entram por dia no período pico | |
| N_{cpd} | Número de carros que passam por dia | |
| N_{cph} | Número de carros que passam por hora | |
| N_{cpm} | Número de carros que passam por dia no período morto | |
| N_{cpp} | Número de carros que passam por dia no período pico | |
| n_m | Frequência de rotações máquina | rpm |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| P_{ef} | Potência efectiva | kW |
| P_t | Potência teórica | kW |
| q | Média de litros abastecidos por carro | l/carro |
| Q_{cd} | Quantidade de combustível gasto por dia | l |
| Q_{cs} | Quantidade de combustível gasto por semana | l |
| r | Raio da roldana | mm |
| R_A | Reacção de apoio A | N |
| R_B | Reacção de apoio B | N |
| R_C | Reacção de apoio C | N |
| R_D | Reacção de apoio D | N |
| S'_t | Área de armazenamento | m^2 |
| S_c | Área da canopy | m^2 |
| S_d | Área ocupada pelos depósitos | m^2 |
| S_{pa} | Área ocupada pelo posto de abastecimento | m^2 |
| S_s | Área estática do equipamento | m^2 |
| S_t | Área total ocupada pelos equipamentos | m^2 |
| S_T | Área total dos equipamentos incluindo área para armazenamento | m^2 |
| t | Ritmo de abastecimento | Carro/min |
| T | Tempo de funcionamento pleno | min |
| T_f | Fundo de tempo disponível | min |
| T_m | Período morto | h |
| T_{op} | Tempo de operação | min/carro |
| T_p | Período pico | h |
| u | Relação de transmissão | |
| V_c | Velocidade de corte | m/min |
| V_d | Volume de depósito | mm |
| V_{dd} | Volume de depósito diesel | m^3 |
| V_{dgc} | Volume de depósito de gasolina sem chumbo | m^3 |
| V_{dgs} | Volume de depósito de gasolina super | m^3 |
| V_{dp} | Volume de depósito de petróleo de iluminação | m^3 |
| W | Momento de resistência | mm^3 |

| | | |
|------------|--|-------------------|
| Z | Coeficiente de correcção | |
| α | Coeficiente de segurança | |
| η | Coeficiente de correcção da potência teórica | |
| σ_f | Tensão de flexão | N/mm ² |
| φ | Ângulo da parte cortante da broca | ° |

INTRODUÇÃO

Os meios de transporte desempenham um papel preponderante na economia dum país, e ou na vida social das populações a nível mundial. Estes meios, para o seu funcionamento precisam de combustível e lubrificantes, produtos que são comercializados por empresas especializadas.

Para um bom funcionamento e melhor prestação de serviços, as empresas precisam de meios humanos, financeiros e de transporte, para além das instalações apropriadas para este tipo de actividade que são denominadas postos de abastecimento de combustível.

Com a liberalização do mercado, os postos de abastecimento de combustíveis passaram não só a comercializarem os combustíveis e lubrificantes, mas também a prestarem vários tipos de serviços, desde a lavagem e lubrificação de veículos automóveis, reparação de pneus, até a comercialização de algumas peças sobressalentes e de vários produtos alimentares, razão pela qual actualmente se chamam estações de serviços.

O crescente número de veículos automóveis que se regista na cidade de Maputo e não só, incrementa os níveis de consumo de combustíveis e lubrificantes a nível nacional. Como consequência disso, o número de estações de serviços cresce, as exigências da prestação de bons serviços aos clientes também aumentam, o que origina constantes modificações destas instalações.

Para a rentabilização destes empreendimentos é necessário que haja uma boa optimização dos custos de construção e montagem em primeiro lugar e também os da exploração.

Portanto, este trabalho tem como objectivo, elaborar um processo tecnológico de construção dum estação de serviço de abastecimento de combustíveis da empresa BP Moçambique, que garante uma uniformidade das estações de serviços desta empresa e dimensionamento dum dispositivo de elevação de carga

1. GENERALIDADES

1.1. Estação de Serviços

A palavra estação provém do latim (station), que significa posição permanente ou estado de imobilidade. Portanto, uma estação de serviços é lugar fixo (permanente) onde se prestam vários tipos de serviços.

No mundo em geral existem vários tipos de estações de serviços, tais como :

- estações de serviços de telecomunicações;
- estações de serviço de abastecimento de combustíveis;
- estações de tratamento de água;
- estações ferroviárias, etc.

Como foi referenciado, o autor deste trabalho pretende fazer o estudo duma estação de serviços de abastecimento de combustíveis.

No geral uma estação de serviço acima citada é uma instituição vocacionada à:

- venda de combustíveis e lubrificantes;
- lavagem de veículos automóveis;
- reparação e venda de pneus;
- venda de alguns produtos alimentares.

Deste modo, uma estação de serviços é composta por um alpendre vulgarmente chamado “Canopy”, onde se instalam as bombas de combustível, loja de conveniências, lugar reservado a venda de produtos de 1ª necessidade, uma oficina de lavagem e lubrificação de automóveis, além de um estabelecimento para a reparação de pneus.

O desenvolvimento socio-económico do país, o aumento do número de veículos automóveis e aumento da competitividade, impulsiona vários estudos com vista a melhorar cada vez mais as estações de serviços.

Actualmente as estações de serviços encontram uma grande evolução quanto a aspectos construtivos, funcionais, de segurança e como também em termos estéticos.

As estações actuais, fig.1, oferecem várias vantagens em relação às estações antigas em termos construtivos e de exploração, pois estas são de fácil construção e abrangem várias áreas de exploração como já foi especificado.

As “canopys” e as estruturas de cobertura dos edificios das estações de serviços são construídas, basicamente de estrutura metálica pré - fabricada, o que de certa maneira facilita o trabalho de construção e montagem e que melhora o aspecto visual da estação. As estações actuais têm uma grande vantagem em termos de localização e segurança, pois se encontram afastadas das habitações o que não acontece com as estações antigas que, geralmente se localizam junto ou por baixo de edificios de habitação o que poderá causar danos humanos e materiais avolumados em caso dum incêndio.

As estações antigas, fig. 2, são robustas pois na maioria dos casos foram construídas em paredes com uma estrutura de betão incluído tecto.



Fig. 1. Estação de serviço moderna

As estações actuais têm também uma maior área onde podem explorar maior número de serviços do que as estações antigas.

Apesar de todas as vantagens, as “canopys” actuais e as estruturas de coberturas das lojas de conveniências, devido ao facto de serem construídas em estruturas metálicas, são susceptíveis a corrosão, principalmente as que são instaladas nas zonas próximas do mar, razão pela qual devem-se observarem medidas de precauções, que podem ser o tratamento electroquímico (galvanização das superfícies) ou através da utilização de pintura com tintas anti - corrosivas.



Fig. 2. Estação de serviço antiga

1.2. Combustíveis e óleos lubrificantes

Os combustíveis mais usados para viaturas e comercializados nos postos de abastecimento de combustíveis são derivados de petróleo.

O petróleo é um dos três combustíveis fósseis existentes na natureza. Estes combustíveis resultam de um processo de decomposição da matéria orgânica existente nas plantas e nos animais em degradação.

As companhias petrolíferas extraem o petróleo escavando poços muito profundos, onde o petróleo é levado até a superfície terrestre através dum sistema de bombagem, tal como acontece num furo de água.

Normalmente o petróleo bruto é transportado em tanques e barcos apropriados até chegar nas refinarias onde este é transformado (refinado) noutros produtos antes de ser usado.

Nas refinarias o petróleo bruto é separado em vários produtos pelo aquecimento deste espesso combustível, resultando então em seus derivados que são a gasolina, o gasóleo, o combustível dos aviões, os óleos, petróleo de iluminação e outros produtos que são usados para a indústria de plásticos.

Após a refinação, os combustíveis e lubrificantes são submetidos a um tratamento onde se faz a mistura destes com outros produtos chamados aditivos, com a finalidade de melhorar as suas características.

De acordo com a [http:// www.Galpenergia.com](http://www.Galpenergia.com), [1] a utilização dos aditivos permite obter o máximo rendimento e maior protecção dos motores, um mínimo de emissões de poluentes, consumos reduzidos e o prolongamento da vida dos motores tanto diesel como a gasolina.

Os combustíveis utilizados para veículos automóveis e que são comercializados pela empresa BP em Moçambique são a gasolina, e gasóleo.

Actualmente a gasolina comercializada pode ser classificada em gasolina super e gasolina sem chumbo.

De acordo com www.bp.com, [2] a gasolina sem chumbo, com o índice de octano 95 reduz em 90% as emissões de enxofre um dos gases prejudicial ao meio ambiente. Com o lançamento desta geração de gasolina, a BP oferece aos seus clientes a possibilidade de obterem exactamente o mesmo rendimento das suas viaturas com a

grande vantagem de usarem combustível mais limpo e melhor para o meio ambiente. Assim a qualidade da gasolina, é determinada pelo índice de octano, que é a característica que indica se o combustível é mais ou menos detonante e enquanto que para o gásóleo a característica de avaliação da qualidade é o número de cetane.

Para o caso concreto da BP as características da gasolina e de gásóleo por eles vendidos estão indicadas na tabela 1.

Tabela 1. Características técnicas dos combustíveis vendidos pela BP

| Tipos de combustível | Índice de octanos | Número de Cetane |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Gasolina Super | 93 | - |
| Gasolina S/ chumbo | 95 | - |
| Gasóleo | - | 47 |

A BP, além dos combustíveis supracitados, comercializa também nas suas estações de serviço o petróleo de iluminação, óleos e massas lubrificantes.

Os óleos e massas lubrificantes são produtos que servem para reduzir o atrito entre superfícies metálicas das peças dum mecanismo, trocar calor, para além de proteger as superfícies contra a corrosão.

Os óleos lubrificantes, atendendo a sua composição podem ser agrupados em óleos de base mineral misturados com aditivos especiais ou ainda em óleos basicamente sintéticos. Estes produtos, quanto a sua utilização são subdividido em óleos para motores, óleos para transmissões por engrenagens, massas lubrificantes e óleos hidráulicos.

Para a distinção dum tipo em relação ao outro existem varias normas estabelecidas pelos fabricantes, das quais se saliente a escala estabelecida pela sociedade de engenheiros automóveis (SAE) pois, esta é que é mais seguida por muitos fabricantes de óleos.

M Arias Paz [3], afirma que os óleos para motores variam de SAE 30 a 50, viscosidade medida a temperatura de 100°C e enquanto que os óleos para engrenagens são geralmente o SAE 90 e SAE 140.

Os óleos, tanto para motores como para transmissões por engrenagens, podem ser mono graduados ou multi graduados. Os óleos multi graduados abrangem várias denominações da nomenclatura da SAE, isto é tem dupla acção; por exemplo, o SAE 20W 50 serve como óleo 20W no inverno ou nos dias frios, permitindo arranques fáceis dos motores a temperaturas abaixo de 0° C e funciona como 50 no verão. Deste modo a utilização dos óleos multi graduado é vantajosa pois, o mesmo tipo de óleo é aplicado para todas as estações do ano e os carros podem transitar em países de diferentes climas sem que haja a necessidade de trocar de óleo, situação que não acontece com os mono graduados pois são adequados apenas para uma estação (quente ou fria) dependendo do tipo de graduação.

Os óleos multi graduados como os mono graduados podem ser utilizados em motores a diesel como em motores a gasolina turbos ou de aspiração normal.

2. RECOLHA DE DADOS E DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS PRINCIPAIS

2.1. Escolha ou identificação do local de instalação

A selecção do melhor lugar para a instalação duma estação de serviços é de extrema importância, pois influencia na distribuição, comercialização do combustível e na prestação de outros serviços associados a esta, além de influenciar na sua própria expansão.

A melhor localização duma estação de serviços é aquela que baixará os custos, aumentando assim os lucros. Deste modo, a melhor localização é a que garante que a estação esteja situada ao longo duma via ou vias de acesso com muito tráfico de veículos automóveis. Contudo não basta que a via tenha muito tráfico, para garantir uma melhor comercialização, pois é necessário ter em conta também os pormenores de acesso à estação de serviços.

Por exemplo uma estação estará bem localizada quando estiver num local de convergência das vias ou avenidas, antes dum cruzamento entre duas vias, numa via

com facilidades de mudança de direcção por parte dos automobilistas para a entrarem na estação.

A situação demográfica da zona de localização, também é um factor importante na instalação duma estação pois, o nível de vida e o poder de compra das populações circunvizinhas são fundamentais para que a estação tenha sucesso.

Além dos factores supracitados é importante que a estação esteja localizada nas vias que dão acesso a lugares de concentração pública, tais como fábricas, escolas, supermercados, etc. pois, geralmente estas vias têm um fluxo maior de veículos automóveis.

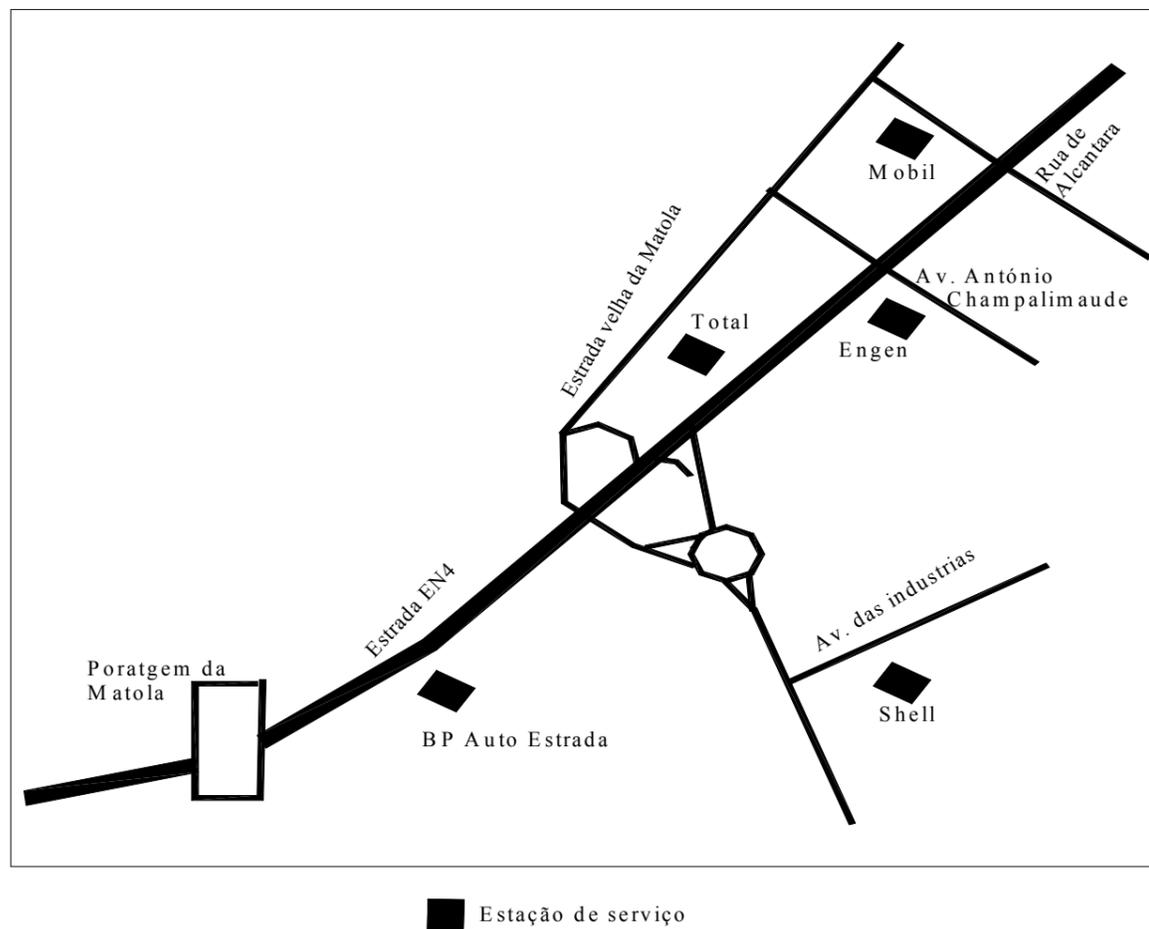


Fig. 3. Esquema de localização da estação de serviço

Para o presente trabalho foi escolhida para análise em termos de localização uma estação já existente, a estação de serviço Auto estrada, próxima a portagem de Maputo ao longo da estrada N4 vulgo (Maputo Witbank), conforme mostra o esquema da figura 3.

Esta estação, apesar de só se beneficiar do tráfego no sentido Matola - Maputo, pois, o do sentido contrário não tem possibilidades de acesso à estação, devido as limitações imposta pelas regras do código de estrada, ela está convenientemente localizada.

Contudo com reabilitação da EN4, esta registou uma redução do número de utentes. Estudos realizados aponta como motivos da redução de clientes, a alteração verificada no acesso à estação.

A introdução do sistema de portagem o que obriga alguns automobilistas a usarem vias alternativas e aumento de número de estações na zona são também factores que proporcionam a redução do número de clientes.

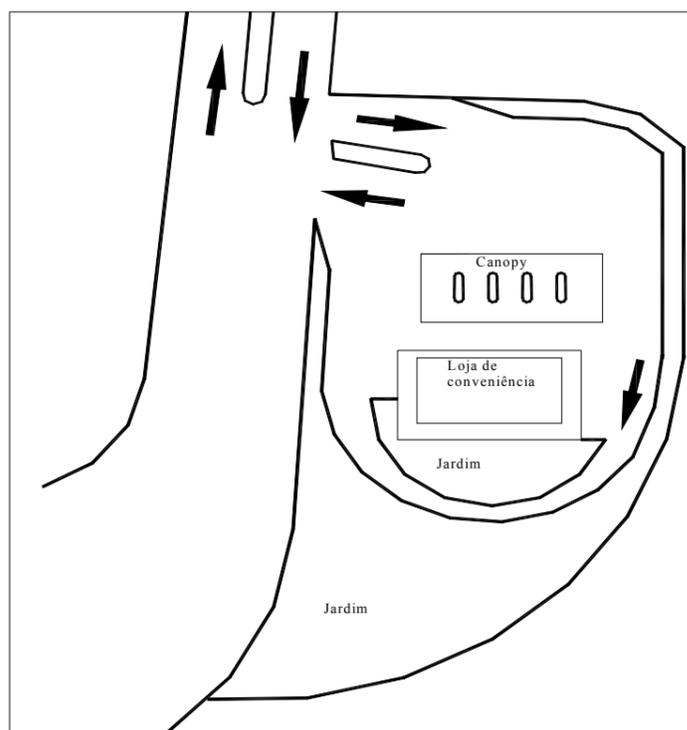


Fig. 4. Planta da estação com vias de acessos actuais

As dificuldades proporcionadas pelo acesso sobre tudo para os automobilistas que saem da estação para retomar a viagem, influência negativamente as vendas. Deste modo a alteração do acesso, particularmente a saída é preponderante para a melhoria das vendas nesta estação.

As figuras 4 e 4. a. ilustram as duas situações das vias de acesso, actual e a proposta do melhoramento respectivamente.

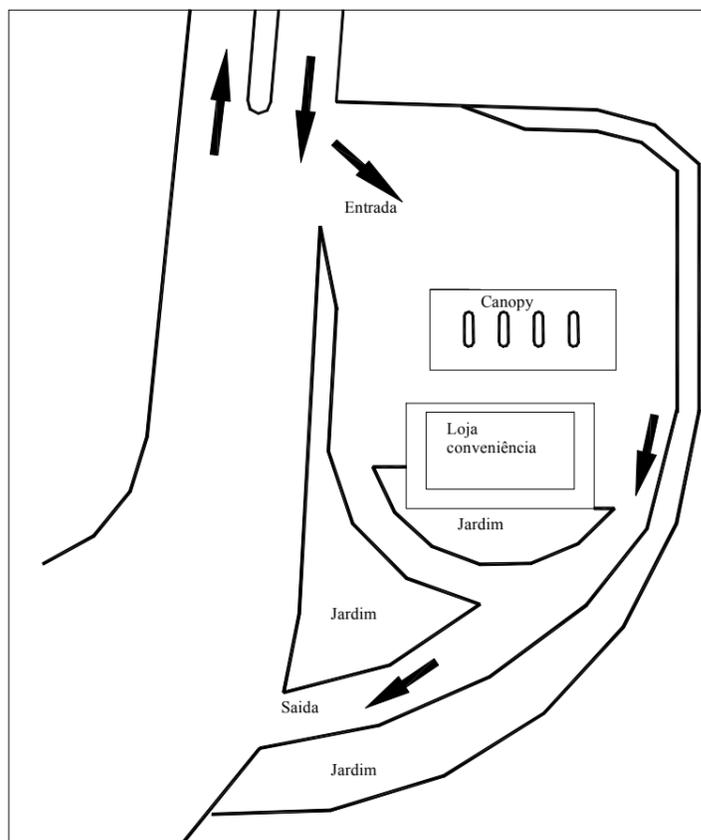


Fig. 4.a. Planta da estação as vias de acesso modificadas

2.2. Escolha do tipo de estação

A estação em estudo conta actualmente com dois serviços básicos, nomeadamente o sector de venda de combustível e lubrificantes (posto de abastecimento de combustível) e o sector venda de produtos de alimentares (loja de conveniência).

O estudo em curso prevê a introdução de sector de reparação de pneus.

Com a introdução deste tipo de serviços, a estação vai poder fazer face a demanda, uma vez que não há nas proximidades este tipo de serviços.

Em relação a outros serviços (lavagem de viaturas, balanceamento e alinhamento de direcção) a estação não oferece melhores condições para a introdução destes, devido a sua localização uma vez que para chegar ou sair do local implica necessariamente passar da portagem.

2.3. Determinação de número de utentes e capacidade da estação

A determinação do número de utilizadores da estação é factor importante para a determinação ou escolha da capacidade da estação

Para a determinação de número de utentes, fez-se a recolha de dados no local onde está instalada a estação de serviços efectuando-se a contagem de veículos que passam pela via que dá acesso a estação e o número de veículos que entra na estação de serviços.

A contagem foi feita considerando dois períodos, nomeadamente o período de maior afluência à estação (período de pico) e o período de pouca afluência (período morto), isto porque há variações significativas entre os dados dum em relação ao outro, como mostra tabela 2 e o gráfico da fig. 5.

Tabela 2. Número de carros que passam e que entram na estação

| Período de tempo | Período de pico | | | | Período morto | | | |
|------------------------|-----------------|----------|----------|---------------|---------------|----------|---------|------------|
| | 5 às 9 | 11 às 14 | 18 às 21 | Média/h | 9 às 11 | 14 às 18 | 21 às 5 | Média/h |
| Carros que entram/hora | 27.5 | 30 | 32.5 | 30 | 12 | 11.75 | 6.25 | 10 |
| Carros que passam/hora | 1125 | 1000 | 1300 | 1141.6 | 750 | 750 | 312.6 | 604 |

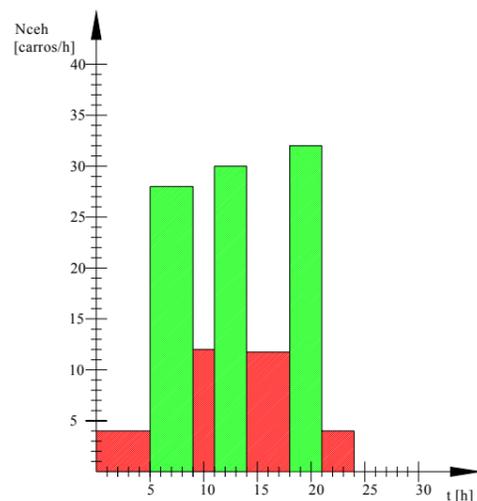


Fig. 5. Gráfico dos Carros que entram por dia

Com estes dados pode se concluir que a estação comercializa os combustíveis em pleno durante 10 horas por dia, sendo as restantes 14 horas de pouca afluência dos clientes. Deste modo pode se calcular o número de veículos que passam e os que entram na estação no período pico e no período morto seguinte maneira.

1. Período de pico

a) *Cálculo de número de carros que entram na estação*

$$N_{cep} = N_{ceh} \cdot T_p \quad (1)$$

$$N_{cep} = 30 \cdot 10 = 300 \text{ Carros}$$

Onde N_{cep} é o número de carros que entram por dia no período pico, N_{ceh} o número de carros que entram por hora no período pico e T_p o período pico

b) *Cálculo de número de carros que passam*

$$N_{cpp} = N_{cph} \cdot T_p \quad (1')$$

$$N_{cpp} = 1141.6 \cdot 10 = 11416 \text{ Carros}$$

Onde N_{cpp} é o número de carros que passam por dia no período pico, N_{cph} o número de carros que passam por hora

2. Período morto

a) *Cálculo de número de carros que entram na estação*

$$N_{cem} = N_{ceh} \cdot T_m \quad (2)$$

$$N_{cem} = 10 \cdot 14 = 140 \text{ Carros}$$

Onde N_{cem} é o número de carros que entram por dia no período morto e T_m é o período morto

b) *Calculo de número de carros que passam*

$$N_{cpm} = N_{cph} \cdot T_m \quad (2')$$

$$N_{cpm} = 604 \cdot 14 = 8456 \text{ Carros}$$

Onde N_{cpm} é o número de carros que passam por dia no período morto

Assim, o número total de carros que entram e que passam por dia, N_{ced} e N_{cpd} respectivamente será o somatório dos carros entram ou que passam quer no período pico como morto respectivamente.

$$N_{ced} = N_{cep} + N_{cem} \quad (3)$$

$$N_{ced} = 300 + 140 = 440 \text{ carros}$$

$$N_{cpd} = N_{cpp} + N_{cpm} \quad (3')$$

$$N_{cpd} = 11416 + 8456 = 19872 \text{ carros}$$

2.4. Escolha do equipamento básico

O equipamento necessário para uma unidade de produção, depende das actividades praticadas em cada sector da unidade. Assim, para esta estação de serviços são necessários bombas de combustível, máquinas de desmonte de pneus, máquina de vulcanização de pneus, uma bancada de teste de estanquicidade e compressor de ar. Em relação as bombas de combustível existem vários modelos com velocidades que proporcionam abastecimentos rápidos e eficazes nas versões 40, 50, 75, 80, 90, 110, 130 litros por minuto.

Para este estudo avalia-se um modelo (representado na figura 6) com duas variantes de velocidade, uma pequena e a outra de média velocidade, nomeadamente 40 l/min e 80 l/min, cujas características estão na tabela 1 do anexo 1.



Fig. 6. Bomba de combustível

Em relação ao sector de reparação de pneus, escolhe-se uma máquina de desmontagem de pneus com accionamento eléctrico pneumático (fig.7) , pois aumenta a produtividade e facilita a acção do operário, comparando com o sistema tradicional de alavancas e martelos.

Para eliminar os furos nas câmaras de ar propõe-se a utilização duma máquina de vulcanização de câmaras de ar (fig. 8), pois este tipo de máquina proporciona um bom acabamento final e aumenta a produtividade.

Além das máquinas citadas a estação necessita um compressor (fig. 9) para produção de ar comprimido, devido à necessidade de encher pneus, para além de outras aplicações.

As características técnicas destes equipamentos estão indicadas nas tabelas 2, 3 e 4 do anexo 1.

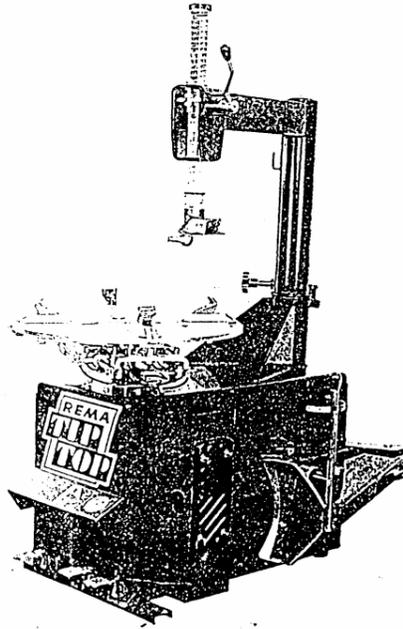


Fig. 7. Máquina desmontagem de pneus

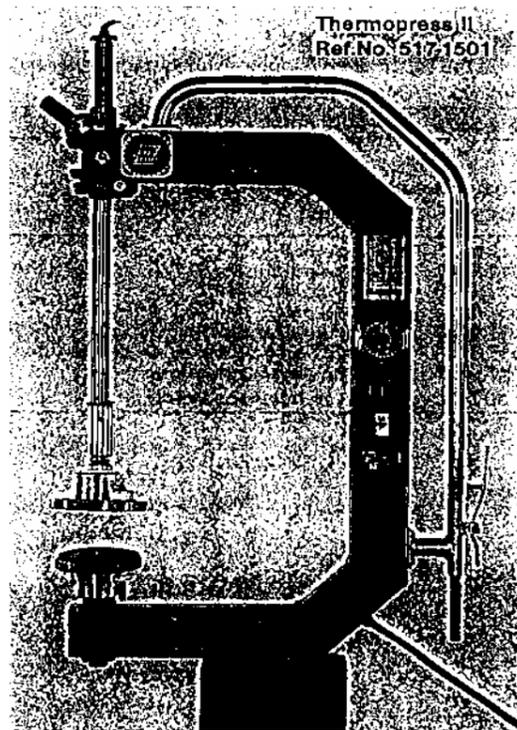


Fig. 8. Máquina Vulcanização de câmaras de ar

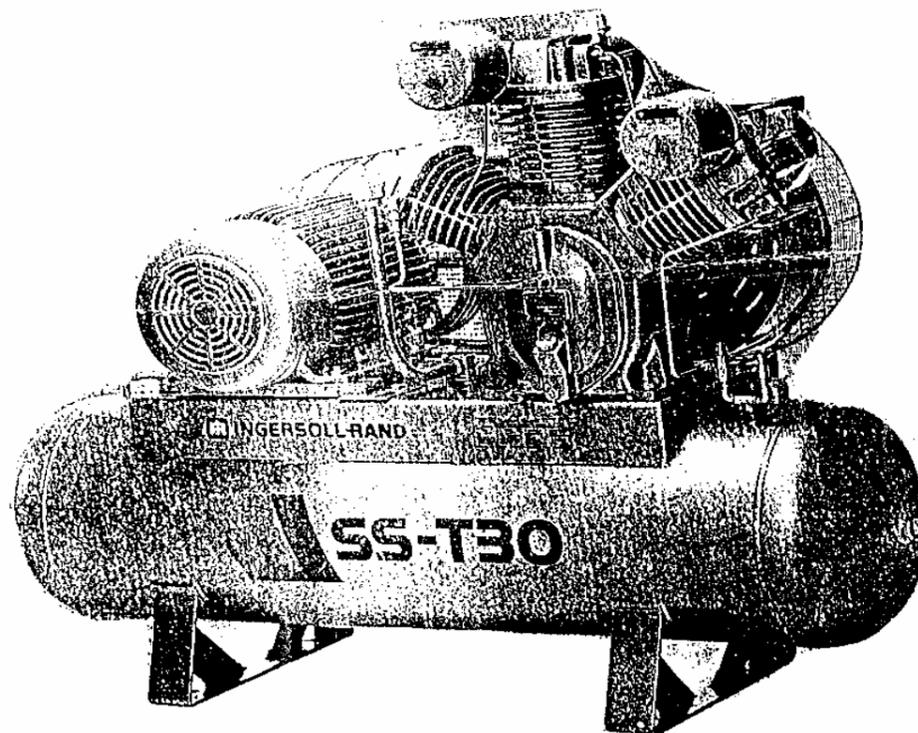


Fig. 9. Compressor

2.5. Determinação de número de máquinas e de equipamentos a instalar

O número de bombas a instalar num posto depende significativamente de volume de vendas, da capacidade da bomba (velocidade com que a bomba faz o débito) e do tempo de operação, isto é, o tempo que o operador leva a atender um cliente.

Deste modo, para o calcular o número de bombas a instalar numa estação é necessário, tomar em conta a demanda durante o período pico.

Quanto ao tempo de operação, estima-se que em média varia de 3 a 6 min/carro. Este tempo depende significativamente da velocidade com que a bomba faz o abastecimento e da flexibilidade de atendimento do operador. Quanto maior for a velocidade da bomba e a flexibilidade do operador menor será o tempo de operação.

Assim para as bombas de 40 l/min e 80 l/min tomam-se os seguintes tempos de operação, 6 e 4 min/carro respectivamente.

$$N_b = \frac{T_{op}}{t} \quad (4)$$

Onde N_b é o número de bombas a instalar; T_{op} é tempo de operação e t é ritmo de abastecimento;

$$t = 60 * \frac{T_f}{N_{cep}} \quad (5)$$

Onde: T_f é fundo de tempo disponível

Substituindo na fórmula 4 os respectivos tempos de operação para cada variante obtém-se o número de bomba necessária para a estação.

a) Para bomba de 40 l/min:

$$N_b = \frac{6}{2} = 3 \text{ bombas}$$

b) Para a bomba de 80 l/min:

$$N_b = \frac{4}{2} = 2 \text{ bombas}$$

Como se pode notar, existe diferença nas quantidades de bombas a instalar, sendo necessárias 3 unidades no caso de 40 l/min e 2 unidades para a variante dos 80l/min, contudo, considerando as necessidades de manutenção, enchentes e avarias considera-se mais uma unidade por variante, para fazer face esses constrangimentos.

Este cálculo aponta para um sub aproveitamento da capacidade instalada, visto que a estação tem 5 bombas instaladas. Este sub aproveitamento deve-se aos problemas relacionados dum lado com a introdução do sistema de portagem e por outro as dificuldades de acesso à estação, por isso, há razão suficiente para o seu redimensionamento.

Com a modificação das vias de acesso estima – se que o número de utentes aumente em cerca de 50 por cento do valor inicial, passando dos 440 para 660 carros por dia.

Deste modo, o número de bombas a instalar também aumentará na mesma proporção passando para.

a) Bombas de 40 l/min : $N_b = 1.5 * 3 = 4.5 \approx 5$ Bombas

b) Bombas de 80 l/min : $N_b = 1.5 * 2 = 3$ bombas

Considerando que as bombas instaladas são de capacidade de 40 l/min então termos 6 bombas pois uma é para fazer face aos dias de maior movimento e em caso de avaria ou manutenção, contudo, cada bomba pode ser utilizada dos dois lados em simultâneo, então o número de bombas a instalar reduz-se para metade, tendo assim 3 bombas.

Quanto a bomba para petróleo de iluminação na se fez nenhum cálculo, porém toma-se uma unidade como acontece no geral

2.6. Determinação de volumes de combustível e do stock para a estação

A escolha dum melhor stock depende fundamentalmente de vários factores, tais como, o volume de combustível vendido na estação, os custos de transporte da mercadoria para o local de venda, o stock do fornecedor, para além da capacidade instalada dos reservatórios.

Considerando que o abastecimento médio, q , por carro a diesel é de 27 litros e a gasolina é de 14 litros e que 20 % dos carros que entram na estação são carros que usam a gasolina sem chumbo, 40% usam gasolina super e os restantes 40% usam diesel, então pode se determinar a quantidade de combustível, gasto por dia Q_{cd} , de seguinte modo:

$$Q_{cd} = N_{ced} * q \quad (6)$$

No cálculo da quantidade de combustível para o stock, deve se considerar o número total de carros que entram por dia quer no tempo de pico quer no tempo morto e tendo em conta que a estação vai sofrer alterações das vias de acesso.

a) *Quantidade da gasolina sem chumbo necessária por dia*

$$Q_{cd} = 0.20 * 660 * 14 = 1448 \text{ l}$$

b) *Quantidade da gasolina super necessária por dia*

$$Q_{cd} = 0.40 * 660 * 14 = 3696 \text{ l}$$

c) *Quantidade da gasóleo necessária por dia*

$$Q_{cd} = 0.40 * 660 * 27 = 7128 \text{ l}$$

d) a quantidade de petróleo de iluminação necessária é estimada em cerca de 1000 l

Assim, para racionalizar os custos de fabricação e montagem, visto que em termos de transporte os custos são praticamente baixos, pois a estação se localiza perto da terminal de combustível da Matola, escolhe-se um stock semanal.

Assim para um funcionamento pleno durante uma semana sem rotura de stock será necessário para:

$$\text{Gasolina Sem chumbo: } Q_{cs} = 8 * 1448 \text{ l/dia} = 11584 \text{ l}$$

$$\text{Gasolina Super: } Q_{cs} = 8 * 3696 \text{ l/dia} = 29568 \text{ l}$$

$$\text{Gasóleo: } Q_{cs} = 8 * 7128 = 57024 \text{ l}$$

$$\text{Petróleo de iluminação: } Q_{cs} = 8 * 1000 = 8000 \text{ l}$$

Deste modo, para fazer face a esta demanda será necessário instalar 2 depósitos de 30000 l gasóleo, 1 de 30000 l para a gasolina super 1 de 15000 para gasolina sem chumbo e um de 10000l para petróleo de iluminação.

2.7. Determinação da área e das vias de acesso da estação

A determinação do espaço físico necessário para a instalação de equipamento de qualquer unidade de produção é um factor importante na definição de um projecto, pois, um mau cálculo pode resultar em excesso ou na exiguidade do espaço.

A área dum unidade ou dum sector que constitui uma unidade de produção é calculada tendo em conta a quantidade e as dimensões das máquinas ou e equipamentos necessários. Deste modo, para se dimensionar a área, é necessário em primeiro lugar definir ou escolher o equipamento necessários.

A fórmula (7) mostra o procedimento do cálculo da área S_t ocupada por um equipamento.

$$S_t = S_s (1+N)(1+K) \quad (7)$$

Sendo S_s a área estática do equipamento que é calculada pela fórmula (8),

$K = 0.05 - 3$ Coeficiente que toma em conta o tipo de transporte e manuseamento usado e N o número de lados em relação as quais o equipamento deverá ser servido.

$$S_s = C * L \quad (8)$$

Onde C e L é o comprimento e a largura do equipamento respectivamente o posto de abastecimento é constituído por 4 bombas de abastecimento sendo 3 para gasóleo e gasolina e 1 para petróleo de iluminação, além de tanques de combustível. Assim, a área total do posto de abastecimento será o somatório da área da canopy e da área ocupada pelos depósitos.

Área da canopy

Para determinar a área total do alpendre (canopy) é necessário determinar a área ocupada pelas bombas e a distância entre elas.

A área ocupada por uma bomba

A área ocupada pela bomba será determinada pela superfície estática da bomba e pela superfície que é utilizada pelo operário em volta da bomba, (superfície de gravitação), visto que para este equipamento não há a necessidade de incluir a componente da superfície de evolução pois não há movimentação de material, sendo o movimento de

carros considerado no cálculo da distância entre as bombas.

$$S_t = S_s (1+N) \quad (9)$$

$$S_s = 1.2 * 0.585 = 0.70 \text{ m}^2$$

$N = 2$, pois a bomba é utilizada dos dois lados

$$S_t = 0.70*(1+2) = 2.1 \text{ m}^2$$

A área total ocupada pelas bombas na canopy será de 6.3 m^2 pois temos 3 unidades deste equipamento

Para determinar as dimensões lineares de cada unidade é aconselhada a seguinte relação entre o comprimento e a largura.

$$\frac{C}{L} \leq 1.5 \quad (10)$$

Normalmente para as ilhas de abastecimento toma-se largura L_i igual a 1m e, portanto, teremos o comprimento C_i igual a 2.1m.

A distancia entre as ilhas de abastecimento d_i fig. 10 é determinada pela fórmula (11) tendo em conta que teremos dois veículos em circulação simultaneamente.

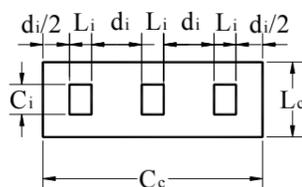


Fig. 10. Esquema de localização das bombas

$$d_i = 2 L_v + Z \quad (11)$$

Onde d_i é a distância entre as ilhas de abastecimento L_v largura dos veículos e Z o Coeficiente de correcção que tem em conta o número de veículos em circulação numa via.

$$d_i = 2 * 2500 + 1000 = 6000 \text{ mm}$$

$Z = 1000$, Pois podem circular 2 veículos em simultâneo

Assim aplicando a fórmula (8) e sabendo que o comprimento da canopy C_c é determinado pela fórmula (12) e que a largura das canopys L_c é normalizada e é igual a 8m, a área da canopy será:

$$C_c = 3 * d_i + 3 * L_i \quad (12)$$

$$C_c = 3 * 6000 + 3 * 1000 = 21000 \text{ mm}$$

$$S_c = 21 * 8 = 168 \text{ m}^2$$

Área ocupada pelos depósitos

Para racionalizar a área ocupada pelos depósitos de combustíveis é necessário escolher convenientemente a melhor disposição entre eles, tendo em conta as normas que regulam o distanciamento entre os reservatórios de líquidos combustíveis.

A norma europeia (NR 20 – Líquidos combustíveis e inflamáveis) preconiza que para o mesmo tipo de líquido combustível, o afastamento d_1 entre os reservatórios é de 1 metro enquanto que para combustíveis diferentes a distancia mínima d é de 6 metros

Para o cálculo da área ocupada pelos depósitos escolhe se 2 esquemas para a sua análise.

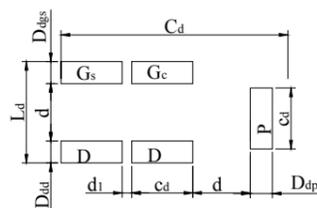


Fig.11.a. Esquema de disposição dos depósitos

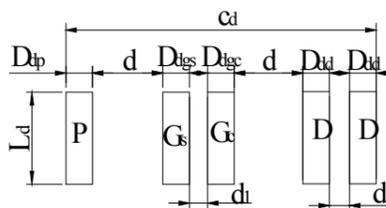


Fig.11.b. Esquema de disposição dos depósitos

Antes de calcular o comprimento e a largura da área ocupada pelos depósitos de combustível é necessário determinar as dimensões lineares dos depósitos.

Assim conhecendo o volume dos depósitos V_d de cada combustível e considerando que os depósitos são de forma cilíndrica e que o seu comprimento c_d é de 6 m termos calcula-se o diâmetro do depósito D_d pela fórmula (13):

$$D_d = \sqrt{\frac{4 * V_d}{\pi * c_d}} \quad (13)$$

a) Depósitos de gasolina sem chumbo

Seja o volume do depósito $V_{dgc} = 15000 \text{ l} = 15 \text{ m}^3$, o diâmetro D_{dgc} será

$$D_{dgc} = \sqrt{\frac{4 * 15}{\pi * 6}} = 1.78 \text{ m}$$

b) Depósitos de gasolina super

Seja o volume do depósito $V_{dgs} = 30000 \text{ l} = 30 \text{ m}^3$ o diâmetro D_{dgs} será

O volume dos depósitos de diesel é igual ao volume da gasolina super, deste modo as suas dimensões lineares são iguais, então

$$D_{dd} = D_{dgs} = \sqrt{\frac{4 * 30}{\pi * 6}} = 2.52 \text{ m}$$

c) Depósitos de Petróleo de iluminação

$V_{dpv} = 10000 \text{ l} = 10 \text{ m}^3$, o diâmetro D_{dp} será

$$D_{dp} = \sqrt{\frac{4 * 10}{\pi * 6}} = 1.5 \text{ m}$$

Cálculo da área considerando o esquema da fig. 10.a

$$S_d = C_d * L_d \quad (14)$$

$$C_d = 2 * c_d + d + d_1 + D_{dp} \quad (15)$$

$$C_d = 2 * 6 + 6 + 1 + 1.5 = 20.5 \text{ m}$$

$$L_d = D_{dgs} + D_{dd} + d \quad (16)$$

$$L_d = 2.52 + 2.52 + 6 = 11.4 \text{ m}$$

Substituindo na fórmula (14) teremos

$$S_d = 20.5 * 11.4 = 233.7 \text{ m}^2$$

Cálculo da área considerando o esquema da fig. 10.b

$$C_d = D_{dgs} + D_{dgc} + 2D_{dd} + D_{dp} + 2d_1 + 2d \quad (17)$$

$$C_d = 2.52 + 1.78 + 2 * 2.52 + 1.5 + 2 * 1 + 2 * 6 = 24.84 \text{ m}$$

Pelo esquema nota se que a largura da área ocupada pelos depósitos é igual a comprimento c_d do depósito que é igual 6 m

Aplicando a fórmula (14) teremos:

$$S_d = 24.84 * 6 = 149.04 \text{ m}^2$$

Nota se pelos cálculos que o esquema da fig.11.b é o que tem a melhor disposição para os reservatórios, pois ocupa menor área mas respeitando as normas preconizadas para o distanciamento de depósitos de combustível

Assim a área do posto de abastecimento S_{pa} será igual a soma dada pela área ocupada pelos depósitos S_d e pela área da canopy S_c , para além da área ocupada pela bomba de petróleo de iluminação S_t , pois esta não está instalada na canopy.

$$S_{pa} = 149.04 + 168 + 2.1 = 319.14 \text{ m}^2$$

Área da secção de reparação de pneus

A área desta secção é o somatório das áreas ocupadas pelas máquinas de desmonte, de vulcanização de pneus do compressor e da bancada ou banheira de teste de estanquicidade, para além da área de armazenagem do material.

Dimensões da máquina de desmonte

$$715 \times 400 \times 1200 \text{ mm}$$

$$S_s = 0.715 * 0.400 = 0.29 \text{ m}^2$$

$$N = 1, \text{ Pois a máquina é usada dum lado}$$

$$K = 2, \text{ pois o transporte e o manuseamento são feitos de forma manual}$$

$$S_t = 0.29(1 + 1)(1 + 2) = 1.74 \text{ m}^2$$

Área de armazenamento

$$S_t = S_s (1+K + NK) \quad (18)$$

$$S_t = 0.29(1+2 + 1*2) = 1.45 \text{ m}^2$$

Tendo a área ocupada pela máquina e área de armazenamento determina-se a área total por equipamento.

$$S_T = S_t + S'_t \quad (19)$$

$$S_T = 1.74 + 1.45 = 3.19 \text{ m}^2$$

Máquina de vulcanização

Dimensões de máquina de vulcanização

$$500 \times 400 \times 1250 \text{ [mm]}$$

Aplicando as fórmulas 7, 8 e 18 e sabendo que $N = 1$ e $K = 2$ pelas mesmas razões invocadas no cálculo antecedente teremos:

$$S_s = 0.5 \times 0.4 = 0.2 \text{ m}^2$$

$$S_t = 0.2 (1+1) (1+2) = 1.2 \text{ m}^2$$

$$S'_t = 0.2(1+2 + 1*2) = 1 \text{ m}^2$$

$$S_T = 1.2 + 1 = 2.2 \text{ m}^2$$

Compressor de ar

A área ocupada pelo compressor será dada pela área estática S_s (fórmula 8) pois este equipamento não precisa de operador e nem há movimentação de material

Dimensões : 1120 x 500 x 1740 [mm]

$$S_s = 1.120 * 0.5 = 0.56 \text{ m}^2$$

Banheira de teste de estanquicidade

Dimensões : 1000 x 500 x 900 [mm]

Seja $N = 1$, pois a máquina é usada só dum lado e $K = 2$ visto que o transporte e o manuseamento são feitos de forma manual.

Substituindo nas fórmulas 7; 8 e 18; teremos

$$S_s = 1 \times 0.5 = 0.5 \text{ m}^2$$

$$S_t = 0.5 (1+1) (1+2) = 3 \text{ m}^2$$

$$S'_t = 0.5 (1+2 + 1 * 2) = 2.5 \text{ m}^2$$

$$S_t = 2.5 \text{ m}^2$$

$$S_T = 3 + 2.5 = 5.5 \text{ m}^2$$

A área total da secção de reparação de pneus S_{rp} é o somatório das áreas das máquinas que compõem a secção e a respectiva área de armazenamento.

$$S_{rp} = \sum_{i=1}^4 S_{Ti} = 3.19 + 2.2 + 0.56 + 5.5 = 11.45 \text{ m}^2$$

Cálculo da área do sector administrativo, vestiários, casas de banho e loja

Para a determinação da área ocupada pelos sectores supracitados fez-se a medição do edifício modelo existente, cujo comprimento e a largura são 20 m e 14 m respectivamente.

$$S_t = 20 * 14 = 280 \text{ m}^2$$

Assim a área total da estação de serviço será o somatório das áreas dos sectores que compõem a unidade, nomeadamente posto de abastecimento, loja e sector de reparação de pneus.

$$\text{Área da estação} = 320 + 280 + 12 = 612 \text{ m}^2$$

2.8. Determinação dos parâmetros eléctricos

Em ambientes de trabalho, a iluminação é um dos factores principais que influencia directamente na produtividade e na qualidade do produto final, pois uma má iluminação pode resultar em serias consequências, nomeadamente danos visuais, baixa produtividade, elevado índice de erros e acidentes, etc.

No geral a iluminação ideal é aquela proporcionada pela luz natural, contudo esta é mais difícil de ser controlada e utilizada eficientemente, o que condiciona a crescente preferência da iluminação artificial, pelas facilidades que oferece no seu doseamento e orientação, de acordo com as necessidades de cada tipo de trabalho a ser realizado.

Na estação de serviço em estudo a iluminação é necessária no edifício da loja de conveniência, na canopy e na oficina de reparação de pneus, além da iluminação exterior.

Para determinar a potência eléctrica necessária para a estação é preciso considerar que todos os consumidores estão em funcionamento em simultâneo. Assim conhecendo as

necessidades dos consumidores pode-se calcular a potência total da estação conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3. Potência total da estação

| Nº | Tipo de equipamento | Quantidade | Potência nominal [kW] | Potência nominal Total [kW] |
|--------------|-----------------------------|------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1 | Bombas de combustível | 4 | 0.37 | 1.48 |
| 2 | Máquinas de desmonte | 1 | 0.75 | 0.75 |
| 3 | Máquinas de Vulcanização | 1 | 0.75 | 0.75 |
| 4 | Compressor | 1 | 2.2 | 2.2 |
| 5 | Geleira | 1 | 1.5 | 1.5 |
| 6 | Computador | 1 | 0.3 | 0.3 |
| 7 | Fogão eléctrico | 1 | 1.5 | 1.5 |
| 8 | Lâmpadas | 78 | 0.06 | 4.68 |
| 9 | Aparelho de ar condicionado | 4 | 1.2 | 4.8 |
| Total | | | | 17.96 |

A potência efectiva P_{ef} a instalar é determinada pela fórmula 20 tomando em consideração a potência total dos consumidores P_t , e supondo que todos estão em funcionamento simultâneo.

$$P_{ef} = \frac{P_t}{\eta} \quad 20$$

Onde $\eta = 0.8$ é o coeficiente de correcção da potência teórica da instalação

$$P_{ef} = \frac{17.96}{0.8} = 22.5 \text{ kW}$$

3. PARTE TECNOLÓGICA

3.1. Descrição da construção da canopy

A canopy é um alpendre onde se encontra montadas as bombas de abastecimento de combustível, que tem como finalidade albergar os trabalhadores e os clientes.

A canopy em construção, figura 12 é uma estrutura metálica constituída por seis pilares (1) em perfil IPE, cada um com duas sapatas, uma no topo (23) e outra na base do pilar (32).

A sapata inferior (32) serve como elo de ligação entre a coluna e a base de betão, através de quatro parafusos de ancoragem (chumbadouros) (24), previamente fixos no betão pelo construtor civil.

Além dos pilares, constituem a estrutura três vigas principais (6) em perfil IPE e duas secundárias (3) em treliça. As vigas principais unem – se aos pilares através da ligação por aperto, cujos furos de fixação são feitos previamente nas vigas e nas sapatas superiores (23) dos pilares.

Estas vigas por sua vez funcionam como suportes das saias laterais de bordadura (6); (8) e (10) quinadas em forma de C que por sua vez suporta as vigas secundárias.

Para fixação e suporte de chapa de cobertura (7) e de tecto falso (21) utilizam –se seis linhas de madres, das quais quatro em perfil “lipped channel” (20) e (22), fixos e suportados pelas vigas principais e secundárias. As outras duas linhas são em cantoneiras soldadas no interior da saia de bordadura.

Para eliminar possível baralho da estrutura devido ao efeito dos ventos usam-se contraventamentos (11) e (12) em cantoneira, fixos por aperto, nas vigas principais e secundárias.

Existe também um sistema de esgoto de águas pluviais que é constituído por caleira (44), que se encontra montada em toda a extensão longitudinal da canopy e que está fixa sobre as madres junto aos pilares.

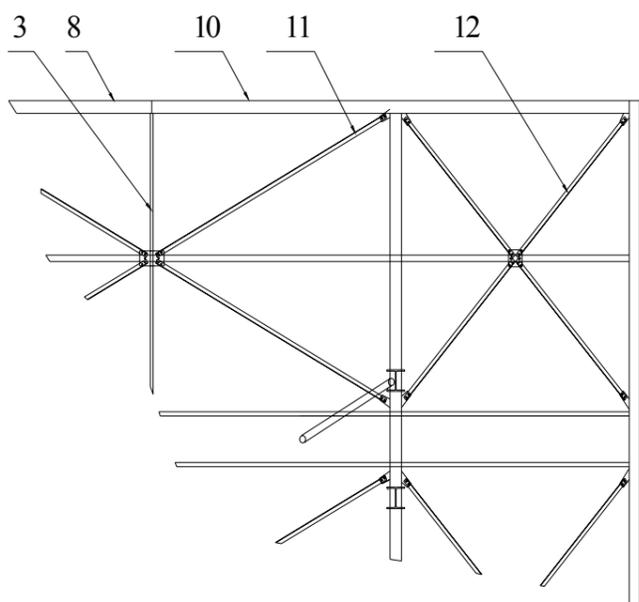
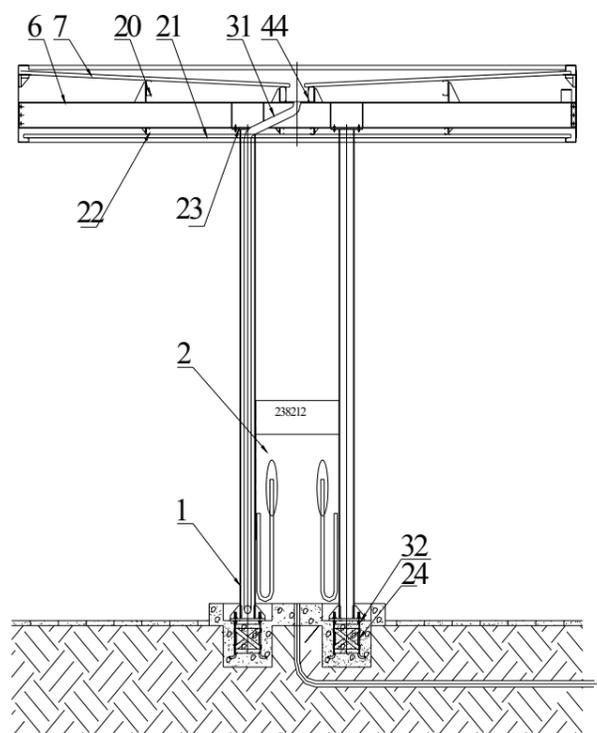


Fig.12. Canopy

A água é escoada da calreira para exterior através de tubos de queda (31), fixos aos pilares através de abraçadeiras.

3.2. Análise construtiva e tecnológica da sapata

A peça em projecção (fig. 13) é uma sapata que serve como elo de ligação entre o pilar e a viga da canopy. Esta peça possui várias superfícies que se associam –se em 4 grupos nomeadamente o grupo 1 constituído por 4 furos ovais para passagem de parafusos. Estas superfícies são livres, portanto serão trabalhadas com 14 qualidade de precisão e a uma rugosidade de 40 μm . Assim como método de tratamento utiliza-se a brocagem fresagem de desbastamento com uma fresa cilíndrica de haste.

O grupo 2 contempla as superfícies planas 3 e 2 onde apoia o pilar e a viga respectivamente. A superfície 3 solda-se no topo do pilar enquanto que a 2 está em contacto permanente com a viga mas sem deslizamento, por isso estas superfícies não precisam de tratamento posterior ao tratamento da matéria prima (chapa) durante a sua fabricação.

O terceiro grupo é constituído pelas superfícies planas 4, 5, 6 e 7 que são contornos da peça, elas não estão em contacto com outras superfícies. Assim estas serão obtidas com 14 qualidade de precisão a uma rugosidade de 40 μm . Para o tratamento destas superfícies escolhe-se a fresagem com fresa frontal, pois esta permite trabalhar 2 ou mais peças em simultâneo.

Além dos grupos supracitados existe também o grupo 4 formado por todas as superfícies de boleamento para evitar arestas e cantos vivos. Para este caso será utilizado a rebarbagem manual pois estas superfícies são livres.

A peça funciona a temperatura ambiente numa atmosfera aberta susceptível a poeiras, humidade, etc. Por isso é necessário proteger as superfícies com tintas anti-corrosivas.

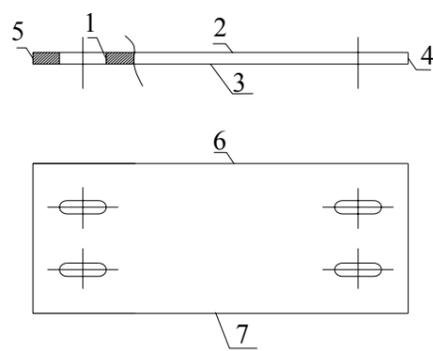


Fig. 13. Sapata de união pilar - viga

3.3. Escolha de tipo de produção e método de trabalho

O tipo de produção das peças é unitária, pois para este tipo de canopy são necessárias somente 6 peças. Visto que se trata duma produção unitária não há necessidade idealizar máquinas especiais ou automáticas e nem ferramentas e dispositivos especiais pois estes agravariam os custos de produção. O transporte das peças será manual pois estas são de baixo peso.

3.4. Escolha da peça em bruto

A peça bruta apresenta uma forma achatada uniforme, é obtida cortando uma chapa de aço de dimensões maiores com espessura igual a da peça em fabrico. Assim, o processo de corte permite obter uma peça bruta com a configuração e as dimensões aproximadas às da peça acabada.

Os métodos de obtenção possíveis são corte com guilhotina, corte com oxi-acetileno, corte com uso de raio laser, plasma, etc. Dentre os métodos indicados, o conveniente é de corte com guilhotina, pois obtém peça com dimensões iguais as da peça acabada e não precisa de tratamento de acabamento superficial. Porém, a fábrica não possui este equipamento.

O corte pelo oxi-acetileno é um método simples que não precisa dispositivos ou equipamento especial, contudo, tem a desvantagem de a peça precisar de tratamento de acabamento superficial.

Os métodos de plasma e de raio laser permitem obter peças com dimensões iguais as da peça acabada, sem necessidade de tratamento de acabamento, entretanto, estes métodos requerem equipamentos modernos o que acarreta grandes custos não sustentáveis para a produção unitária. Assim, para obtenção da peça bruta, vai se utilizar o método de corte por oxi-acetileno.

3.5. Escolha das bases tecnológicas

As bases tecnológicas são superfícies que se usam para orientação das peças no espaço da máquina. Estas superfícies sempre que possível devem ser trabalhadas, para permitir maior precisão na instalação e tratamento da peça.

Para que haja uma boa orientação da peça na máquina é necessário eliminar 6 graus de liberdade, para isso é necessário prever 6 pontos de apoio da peça, contudo nem sempre é necessário eliminar todos os 6 graus de liberdade.

Para a escolha das bases tecnológicas é necessário ter em conta as seguintes regras

1. Coincidência de base tecnológica com base na medição, pois eliminam - se defeitos de colocação da peça da máquina
2. Constância das bases tecnológicas, pois neste caso diminui o número de dispositivos necessários para a colocação da peça na máquina, que por vezes será necessário construir.

Deste modo para esta peça escolhem-se como bases tecnológicas as superfícies 2; 3; 4; 5; 6 e 7 pois garantem uma boa orientação da peça na máquina.

A fig. 14 indica os eixos de orientação que serão tomadas como base para a análise e escolha das bases tecnológica. Enquanto que as figuras 15 à 17 ilustram a peça apoiada.

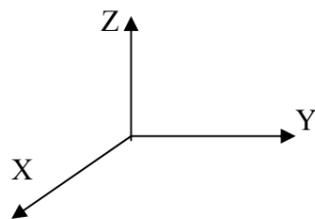


Fig. 14. Sistema de eixos cartesianos

Base tecnológica para o tratamento da superfície 6 e 7

Para tratar faces 6 e 7 é preciso eliminar três graus de liberdade, nomeadamente, o deslocamento em relação ao eixo Z e as rotações em torno dos eixos X e Y. A base tecnológica principal é a superfície 2 ou 3 pois uma destas garante uma boa disposição e estabilidade da peça na máquina. Estas superfícies permitem eliminar a rotação em torno do eixo X e Z e deslocamento em relação ao eixo Y. A rotação em torno Y e o deslocamento na direcção Z eliminam-se usando 2 pontos sobre a superfície 6 no caso em que se trata a superfície 7 e sobre superfície 7 para tratar a 6.

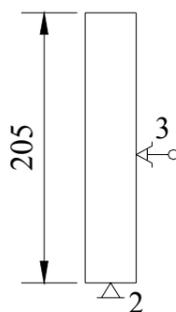


Fig. 15. Esquema de fixação da peça

Além da escolha das bases tecnológicas faz-se também análise dos defeitos de colocação da peça que é determinado pela fórmula (21)

$$\varepsilon_c = \sqrt{\varepsilon_p^2 + \varepsilon_a^2 + \varepsilon_d^2} \quad (21)$$

onde ε_p é o defeito de posicionamento da peça, ε_a é o defeito de devido ao aperto da peça ε_d o defeito de dispositivo que é calculado pela fórmula (22)

$$\varepsilon_d = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5}\right) * IT \quad (22)$$

onde IT a tolerância da dimensão a observar

Assim para o caso concreto desta base $\varepsilon_{p205} = 0$ pois a base de medição coincide com a base tecnológica, enquanto que o defeito de aperto $\varepsilon_{a205} = 0$ porque a força de aperto é perpendicular a cota a observar.

O defeito de dispositivo será

$$\varepsilon_{d205} = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5}\right) * 1150 = (230 \div 308.33)$$

Toma-se neste caso o valor médio igual a 307 μm

Assim substituindo na fórmula (21) teremos

$$\varepsilon_c = \sqrt{307^2} = 307 \mu\text{m}$$

Base tecnológica para o tratamento da superfície 4 e 5

Tal como no ponto anterior para tratar as superfícies 4 e 5 é necessário eliminar três graus de liberdade, o deslocamento em relação ao eixo Z e as rotações em X e Y. A base tecnológica principal é a superfície 2 ou 3 que permite eliminar as rotações em torno do eixo X e Z e ainda o deslocamento ao longo do eixo Y.

Para eliminar a rotação em torno do eixo Y e deslocamento na direcção Z usam-se 2 pontos sobre a superfície 5 para o tratamento da superfície 4 e vice-versa.

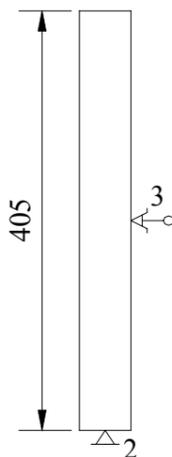


Fig. 16. Esquema de fixação da peça

Para esta fase o defeito de posicionamento $\varepsilon_{p405} = 0$ pois a base de medição coincide com a base tecnológica, enquanto que o defeito de aperto $\varepsilon_{a405} = 0$ porque a força de aperto é perpendicular a cota a observar.

O defeito de dispositivo será

$$\varepsilon_{d405} = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5}\right) * 1550 = (310 \div 516.6)$$

Toma-se neste caso o valor médio igual a 413 μm

Assim substituindo na fórmula (21) teremos

$$\varepsilon_c = \sqrt{413^2} = 413 \mu\text{m}$$

Base tecnológica para o tratamento dos furos

No tratamento dos furos é necessário impedir que hajam deslocamentos da peça em relação ao eixo X e Y e as rotações em torno dos três eixos. A base tecnológica principal é a superfície 2 ou 3 que elimina simultaneamente rotações em torno dos eixos X e Y, além do deslocamento na direção Z.

A superfície 6 ou 7 permite eliminar a rotação em torno do eixo Z e o deslocamento ao longo do eixo X.

Para impedir o deslocamento da peça em relação ao eixo Y aplica-se 1 ponto na superfície 4 ou 5.

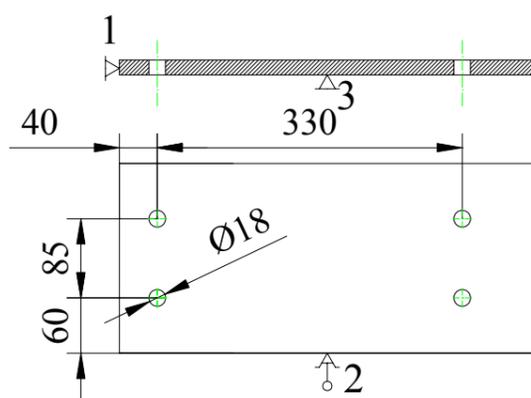


Fig. 17. Esquema de fixação da peça

O defeito de posicionamento $\varepsilon_{p18} = 0$ na medida em que o diâmetro não depende da disposição da peça, enquanto que o defeito de aperto $\varepsilon_{a18} = 0$ porque a força de aperto é constante.

O defeito de dispositivo será

$$\varepsilon_{d405} = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5}\right) * 430 = (86 \div 143.3)$$

Toma-se neste caso o valor médio igual a 115 μm

Assim substituindo na fórmula (21) teremos

$$\varepsilon_c = \sqrt{115^2} = 115 \mu\text{m}$$

3.6. Escolha da sequência de tratamento das superfícies

Para se escolher a sequência de tratamento das superfícies em primeiro lugar é necessário agrupar as superfícies parecidas, isto é, superfícies da mesma forma, qualidade, etc.

Grupo 1- Furos de fixação

Grupo 2 - Faces 4; 5; 6 e 7

Grupo 3 - Faces 2 e 3

Grupo 4 – Superfícies de boleamento

Para o grupo 1 o primeiro método é a brocagem pois a peça bruta não apresenta furos. Para aumentar o comprimento do furo usa-se a fresagem com fresa cilíndrica de haste que garante uma precisão de 14 qualidade e uma rugosidade até 40 μm , visto que se tratam de superfícies livres.

Tabela 4. Sequência tratamento dos furos ovais

| Nº de passagem | Método de tratamento | Grau de precisão | Rugosidade Rz(μm) | Dimensão (mm) |
|----------------|----------------------|------------------|--------------------------------|---------------|
| 1 | Brocagem | 14 | 40 | Ø18H14 |
| 2 | Fresagem | 14 | 40 | 18H14; 37H14 |

Para o tratamento das faces 4, 5, 6 e 7 escolhe-se o método de fresagem, com fresa frontal, pois garante uma qualidade de precisão necessária. A escolha deste tipo de

fresa permite um tratamento simultâneo de mais de uma peça, aumentando assim o rendimento.

Tabela 5. Sequência tratamento das faces 4; 5; 6; 7

| Nº de passagem | Método de tratamento | Grau de precisão | Rugosidade Rz(µm) | Dimensão (mm) |
|----------------|----------------------|------------------|-------------------|----------------|
| 1 | Fresagem | 14 | 40 | 450h14; 205h14 |

3.7 Elaboração da rota de tratamento da peça

O tratamento de qualquer peça começa com a obtenção da peça bruta. Esta é obtida a partir duma chapa através do método de corte com oxi acetileno que é um dispositivo constituído por 1 maçarico de corte, 1 par de botijas uma contendo acetileno e a outra com oxigénio. Antes de se começar a cortar a peça bruta a chapa é colocada numa bancada e seguidamente é feita a traçagem da peça, utilizando para o efeito esquadros, régua de traçagem e paquímetro para a medição.

Após obtenção da peça bruta faz-se o tratamento das faces 4; 5; 6; 7, começando pelas faces 6; 7, pois estas superfícies funcionam como bases tecnológicas para o tratamento das outras superfícies. Esta fase é efectuada na fresadora vertical, usando uma fresa frontal, pois assim dá possibilidade de trabalhar mais de uma peça simultaneamente. A verificação das medidas é feita através de paquímetro

A abertura de furos ovais será feita em duas fases, brocagem e fresagem. A brocagem será efectuada na furadora vertical com uma broca helicoidal. Antes porém de se abrir o furo, faz-se a traçagem dos centros dos furos e para tal utiliza-se régua e esquadros e paquímetro.

Depois da brocagem passa-se para a fase de fresagem dos furos numa fresadora vertical com uma fresa cilíndrica de haste, e como medidor usa-se o paquímetro e finalmente a peça passa para a secção de serralharia onde é feita o arredondamento dos bordos agudo através do método de rebarbagem manual, utilizando rebarbadeira eléctrica com disco rotativo.

3.8. Elaboração das fases de tratamento da peça

10ª Corte da peça bruta com oxi-acetileno

Dispositivo constituído por 1 maçarico de corte, 1 par de botijas uma contendo acetileno e a outra com oxigénio um jogo de mangueiras,

Uma bancada, esquadros, régua de traçagem e paquímetro com precisão 0.2.

Os motivos da escolha deste equipamento estão descritos no ponto 3.3 (escolha da peça bruta)

20ª Fresagem dos contornos da peça (faces 4, 5, 6 e 7) na fresadora vertical, marca Milko-12, potência 3kW

O dispositivo de aperto é o torninho pois, tratando de uma produção unitária e de precisão média não há necessidade de adquirir dispositivos especiais de aperto.

A ferramenta é fresa frontal Ø70mm, pois permite trabalhar duas peças simultaneamente. O material da parte cortante da fresa aço rápido, P5M6 pois o material da peça a tratar não é de dureza elevada, o que permite trabalhar sem necessidade de parar para afiar, para além de ser este o material disponível na empresa.

A verificação das medidas é feita através de paquímetro com a precisão 0.1

Nesta fase trata-se primeiro as superfícies 6 e 7, pois são base tecnológica principais e só depois as faces 4 e 5

30ª Brocagem, de 4 furos de fixação, na furadora vertical.

Furadora vertical marca Strands; modelo S68; potência da máquina: 1.5 kW; frequências de rotação: 75 ; 125 ; 160 ; 260; 300; 450; 570; 650 ; 800; 1300; 1400 rpm; avanços : 0.1; 0.15; 0.25 mm/volta. Foi tomada esta máquina pois é a disponível na empresa em referência.

O dispositivo de aperto é o torninho pois, tratando de uma produção unitária e de precisão média não há necessidade de adquirir dispositivos especiais de aperto.

A broca a utilizar é helicoidal Ø18mm. O material da parte de corte da broca é aço rápido P6M5, pois o material da peça a tratar não é de dureza elevada o que permite

trabalhar com a broca sem necessidade de tantas paragens para afiar. Além disso tratando de produção unitária é conveniente que se use broca de aço rápido pois é o material mais usado para o fabrico das brocas, o que permite adquirir com facilidade no mercado.

A geometria da parte de trabalho da broca, ângulo da broca $2\phi = 116^\circ - 120^\circ$, [4], onde o ϕ é o ângulo de inclinação da parte de corte da broca, para este caso toma-se $2\phi = 118^\circ$, valor médio, com broca afiada de modo comum uma vez ser fácil de efectuar Como medido escolhe-se um paquímetro com a precisão de 0.1mm

A escolha dos regimes de corte na produção unitária é feita pelo próprio operário da máquina, porém tratando se dum trabalho didáctico fez-se o cálculo demonstrativo dos regimes de corte.

O material da peça a tratar é aço de liga ao manganês e silício, marca 17TC com tensão de rotura $\sigma_r = 550$ MPa, cuja composição química é: 0.2% C; 1.2% Mn; 0.04 %P; 0.04% S; 0.5 %Si. Esta escolha é baseada na experiência prática pois no geral as chapas os perfis são fabricadas com este tipo de material.

Escolha da ferramenta

Broca helicoidal $\varnothing 18$;

Comprimento da broca C_b ;

$$C_{bt} = C_f + 2D \quad (23)$$

onde C_{bt} é o comprimento da parte de trabalho da broca, C_f o comprimento do furo a abrir e D diâmetro da broca

$$C_{bt} = 16 + 2 * 18 = 52 \text{ mm}$$

$$C_b = 70 \text{ mm} - \text{broca normal}$$

Escolha de avanço

O avanço recomendado A_{vt} escolhe-se pela tabela 25 tendo em conta a dureza do material a tratar e o diâmetro da broca, [4].

Para $HB \leq 160$ MPa e \varnothing da broca = 15 – 20) mm, temos

$A_{vt} = (0,43 - 0,49)$ mm/ volta. Em princípio escolhe-se $A_{vt} = 0,49$ mm/volta pois garante maior rendimento, contudo este avanço tabelado é corrigido em função de

comprimento do furo , modo de afiação da broca e grau de precisão da superfície , como mostra a fórmula (24).

$$A_v = A_{vt} * K_{ls} * K_{ps} \quad (24)$$

Onde A_v é o avanço calculado, K_{ls} - coeficiente que toma em conta o comprimento da broca;

$$\text{Para } C_b < 3D_b, K_{ls} = 1.0$$

K_{ps} – coeficiente em função da rigidez do sistema tecnológico, onde $K_{ps} = 0.75$ pois temos rigidez média. Substituindo os coeficientes escolhidos na fórmula (24) temos

$$A_v = 0.49 * 0.75 * 1 = 0.37 \text{ mm/ volta}$$

O avanço calculado deve ser ajustado com o mais próximo avanço da máquina mas não superior ao calculado. Assim sendo $A_{vm} = 0.25$ mm/ volta.

Este avanço baixa o rendimento e conseqüentemente a produtividade, porém tratando-se de produção unitária não convém pensar em novo equipamento pois isso a careta custos não suportáveis para esta produção.

Cálculo da velocidade de corte V_c [4]

$$V_c = \frac{C_v * D_b^{q_v}}{T^m * e^{x_v} * A_{vm}^{y_v}} * K_v \quad [\text{m/min}] \quad (25)$$

Sendo C_v , q_v , n , m , x_v , y_v , coeficientes e expoentes de correção escolhidos pela tabela 28 [4] em função da resistência do aço a tratar, material da ferramenta e do avanço escolhido. Assim, $C_v = 9.8$, $q_v = 0.4$, $x_v = 0$, $y_v = 0.5$, $m = 0.2$; e

K_v coeficiente de correção calculado pela fórmula (26)

$$K_v = K_{mv} * K_{mfv} * K_{lv} * K_{av} * K_{esv} \quad (26)$$

Onde K_{mv} é o coeficiente escolhido em função do limite de resistência da peça e do tipo material da ferramenta. Para ferramenta em aço rápido K_{mv} é determinado pela fórmula (27)

$$K_{mv} = C_m (750 / \sigma_r)^{n_v} \quad (27)$$

Onde C_m o coeficiente de correção, para aço ao de construção com $C < 0.6\%$ e $\sigma_r = 550$ MPa $C_m = 1$, e $n_v = -0.9$.

Substituindo os dados na fórmula 27 obtêm-se

$$K_{mv} = 1 * (750 / 550)^{-0.9} = 0.76$$

K_{fv} - coeficiente em função do material da ferramenta, $K_{fv} = 1.0$ pois temos ferramenta de aço rápido,

K_{av} - coeficiente em função do modo como a broca é afiada. Para afiação comum,

$$K_{av} = 0.75,$$

K_{lv} - coeficiente de correção que toma em conta o comprimento do furo para

$$C_f \leq 3D_b, K_{lv} = 1.0 \text{ e}$$

$$K_{vesv} = 0.9$$

Assim substituindo na fórmula (26) os valores dos coeficientes temos:

$$K_v = 0.73 * 1.0 * 1.0 * 0.75 * 0.9 = 0.51$$

T - é tempo duração da ferramenta, escolhido em função do diâmetro da broca. Para diâmetro de 11-20 mm $T = 45$ min

e - é a profundidade de corte que no caso da brocagem é metade do diâmetro, sendo assim $e = 9$ mm

Substituindo na fórmula (25) os valores correspondentes aos parâmetros a velocidade de corte será

$$V_c = \frac{9.8 * 18^{0.4}}{45^{0.2} * 9^0 * 0.25^{0.5}} * 0.51 = 14.9 \text{ m/min}$$

Cálculo de frequência de rotações n_c

$$n_c = \frac{1000 * V_c}{\pi * D_b} \quad (28)$$

$$n_c = \frac{1000 * 12.53}{\pi * 18} = 263.62 \text{ rpm}$$

A frequência de rotações calculado n_c é ajustado pela mais próxima frequência de rotações da máquina mas não superior ao calculado, assim, $n_m = 260$ rpm. Assim ajusta - se também a velocidade de corte com a frequência da máquina.

$$V_r = \frac{\pi * D_b * n_m}{1000} \quad (29)$$

$$V_r = \frac{\pi * 18 * 260}{1000} = 14.69 \text{ mm/min}$$

Cálculo de verificação

$$M_t = C_m * D_f^{q_m} * e^{x_m} * A_{vm}^{y_m} * K_{mp} * K_{ap} * K_{df} \quad (30)$$

Sendo C_m , q_m , x_m , Y_m , coeficientes e expoentes de correção escolhidos pela tabela 32 [4] $C_m = 0.345$, $q_m = 2.0$, $x_m = 0$, $y_m = 0.8$. e

$$K_{mp} = (\sigma_t / 750_t)^n \quad (31)$$

onde $n = 0.75$ da tabela 9, [4]

$$K_{mp} = (450 / 750_t)^{0.75}$$

$$K_{ap} = 1.33$$

K_{df} é o coeficiente de desgaste da ferramenta,

Para materiais macios $\sigma_t < 600$ MPa,

$$K_{df} \leq 1.75 \div 1.9, \quad [4]$$

Assim para $\sigma_t = 550$ MPa, toma-se $K_{df} = 1.8$

$$M_t = 0.345 * 18^2 * 9^0 * 0.25^{0.8} * 0.68 * 1.33 * 1.8 = 60 \text{ N * m}$$

$$P_a = C_p * D_f^{q_p} * e^{x_p} * A_{vm}^{y_p} * K_p \quad (32)$$

Sendo C_p , q_p , x_p , Y_p , são coeficientes e expoentes de correção escolhidos pela tabela 32 [4], $C_p=680$, $q_p=1.0$, $x_p=0$, $y_p=0.7$ e

$$K_p = K_{mp} * K_{ap} * K_{ldf} \quad (33)$$

$$K_p = 0.68 * 1.33 * 1.8 = 1.63$$

$$P_a = 680 * 18^1 * 9^0 * 0.25^{0.7} * 1.63 = 7560 \text{ N}$$

$$N_c = \frac{M_r * n_m}{9550} \quad (34)$$

$$N_c = \frac{60 * 260}{9550} = 1.63 \text{ kW}$$

A potência calculada é comparada a potência da máquina multiplicada pelo rendimento. Assim $N_m * \eta = 1.5 * 0.8 = 1.2 \text{ kW}$

Como se pode notar a potência calculada N_c é maior que a potência da máquina multiplicada pelo rendimento $N_m * \eta$, então a máquina não serve para estes regimes de corte calculados. Para isso, é necessário reduzir a velocidade de corte pois não é económico adquirir nova máquina com potência superior pois trata-se de produção unitária.

Assim toma-se a frequência de rotação da máquina $n_m = 160 \text{ rpm}$

$$N_c = \frac{60 * 160}{9550} = 1.01 \text{ kW}$$

$$V_r = \frac{\pi * 18 * 160}{1000} = 9.04 \text{ mm/min}$$

Assim, a potência calculada N_c é menor que a potência da máquina multiplicada pelo rendimento $N_m * \eta$, então a máquina serve para estes regimes de corte calculados.

$$C_{um} = N_c / N_m * \eta \quad (35)$$

$$C_{um} = 1.01 / 1.5 * 0.8 = 0.84$$

$$C_{uf} = V_r / V_c \quad (36)$$

$$C_{uf} = 9.04 / 12.53 = 0.72$$

$$t_p = \frac{C_f + e * ctg\varphi + l_d}{A_{vm} * n_m} \quad (37)$$

onde C_f é o comprimento do furo e l_s o comprimento de saída da ferramenta

$$t_p = \frac{16 + 9 * ctg59 + 2}{0.25 * 160} = 0.585$$

40ª Fresagem de 4 furos de fixação na fresadora vertical, marca Milko-12, potência 3kW .O dispositivo de aperto é o torninho pois, tratando de uma produção unitária e de precisão média não há necessidade de adquirir dispositivos especiais de aperto. A ferramenta é fresa cilíndrica de haste Ø18mm. O material da parte cortante da fresa aço rápido, P5M6 pois o material da peça a tratar não é de dureza elevada. Além disso tratando de produção unitária é conveniente que se use fresa de aço rápido pois é o material mais usado para o fabrico deste tipo de fresas, o que permite adquirir com facilidade no mercado comparado com outro tipo de material. A verificação das medidas é feita através de paquímetro com a precisão 0.1

50ª Boleamento das quinas vivas

O boleamento das quinas vivas é feito manualmente com rebarbadeira marca BOSCH cuja potência e a frequências de rotações são iguais a 2.5 kW e 6500 rpm respectivamente. A ferramenta é um disco abrasivo com a referência 230 x 6.8 x 22.

3.9. Descrição da montagem da canopy

A montagem começa com a preparação de fundamentos de betão que é feita pelo construtor civil. No acto de betonagem é colocado em cada fundamento 1 conjunto de 4 chumbadores (36) (ver desenho da canopy).

Depois da cura de betão começa –se pela montagem das contraporcas (34) e nivelam-se com auxilio de sapatas provisórias e aparelhos de nivelamento. Feito isto, com auxilio da torre, eleva-se e monta-se cada pilar (1) sobre as contraporcas já instaladas nos chumbadores, coloca-se depois anilha (33) e aperta-se com a porca (35)

Em seguida são elevadas as vigas principais (6) e (9) (uma de cada vez) com a torre e montadas na posição transversal da canopy, sobre dois pilares. A união entre os pilares e as vigas é feita por aperto com os parafusos (25), porcas (26) e anilhas (49).

A seguir as vigas, as duas saias de bordadura (8) são elevadas com ajuda da torre e montadas uma em cada extremidade da viga principal central (9) e apertadas com os parafusos (38) e porcas (39) e anilhas (37). As restantes saias de bordadura (5) e (10), são montadas uma em cada extremidade das vigas principais (6) por aperto com os parafusos (38) e porcas (39).

As vigas secundárias (3) são elevadas com auxílio da torre e montadas na posição transversal da canopy e apertadas com os parafusos (38) e porcas (39). Estes parafusos e porcas unem simultaneamente as vigas secundárias e as saias (5) e (8); (8) e (10). Após esta etapa montam-se as saias transversais (4) que são apertadas sobre as saias (5) e (10), ficando assim completa a montagem das saias de bordadura.

As madres principais e secundárias (20) e (22) respectivamente são elevadas com a torre e colocadas sobre as pranchas de andaime montadas a altura da canopy. Estas madres são depois transportadas manualmente, uma a uma pelos operários e montadas por aperto com os parafusos (17) e porcas (18) nas patilhas soldadas nas vigas. Para reforçar as madres principais montam-se as cantoneiras de suporte (19), que são elevadas manualmente pelos operários, localizados em diferentes níveis de andaime desde o chão até a altura desejada.

Antes de se montar os contraventamentos (12), são montadas as chapas de união (45) e (52), que são apertadas sobre as madres principais. Logo em seguida montam-se os contraventamentos em cantoneiras, que são dum lado apertadas por parafusos (47) e porcas (48) às patilhas soldadas nas vigas principais e do outro lado às chapas de união, finalizando assim a montagem da parte estrutural da canopy.

Em seguida monta-se a parte da drenagem das águas pluviais começando pela montagem das abraçadeiras de caleira (43) e logo a própria caleira (44). As abraçadeiras são fixas por rebites (42) e a caleira pousada sobre as abraçadeiras e sobre as madres principais. A ligação entre as partes da caleira é feita também por rebitagem e vedada com silicone. A fixação dos tubos de queda (31) é feita por aperto através de

abraçadeiras de meia cana (28), que são apertadas na outra meia cana fixa previamente no pilar.

Após a montagem dos elementos de drenagem monta-se a cobertura da canopy, começando pela chapa tecto falso “bond Lock” (21), que é fixada sobre as madres secundárias com parafusos autoroscantes (27), utilizando uma aparafusadora eléctrica. Depois da montagem do tecto falso, eleva-se a chapa de cobertura tipo IBR com a torre e coloca -se sobre pranchas de andaime. Esta por sua vez é transportada uma a uma pelos operários pousada sobre as madres principais e fixada com parafusos autoroscantes.

Antes de se processar a montagem da cobertura da canopy pinta-se a parte estrutural onde fica tapado pela cobertura com tinta esmalte e só depois é que se efectua a cobertura. Logo após cobertura é feita a pintura do resto da canopy, excluindo as chapas de tecto falso e de cobertura pois estas são lacadas. Finalmente monta-se as peças de remate (imagem) da empresa distribuidora de combustível.

4. DIMENSIONAMENTO DUM DISPOSITIVO DE ELEVAÇÃO DE CARGA

4.1. Análise construtiva do dispositivo

A canopy é constituída por perfis ou peças pesadas, que para a sua elevação e movimentação no processo de montagem, requerem a utilização de máquinas de elevação e transporte, tais como grua, empilhadeira, etc.

Devido a insuficiências, estes equipamentos não são disponíveis em todos os pontos do país, particularmente em zonas rurais e algumas cidades fora de Maputo, deste modo há necessidade de se arranjar meios alternativos de elevação.

Assim, o dispositivo em projecção (fig.18) é uma estrutura metálica constituída por dois pilares tubulares (2), uma viga tubular (1) onde se apoia o braço (10) de suporte das roldanas fixa e móvel. Os pilares (2) são apertados numa base metálica (5) constituída por perfis tubulares e apoiados a quatro rodas (4) que se usam para a movimentação do dispositivo.

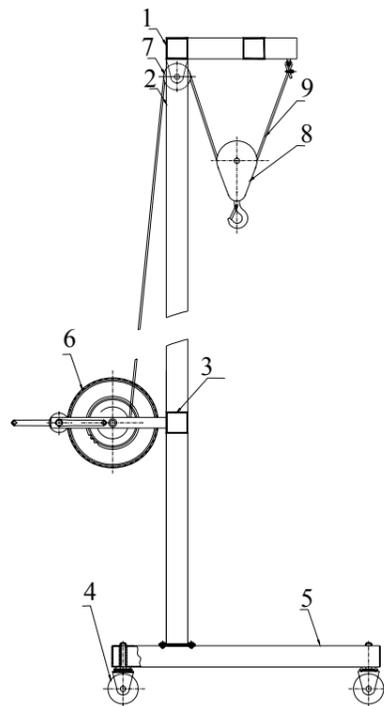


Fig. 18. Torre de elevação da carga

Para a elevação da carga, este dispõe de um sistema de duas roldanas, sendo uma fixa (7) e outra móvel (8), um cabo (9), um par de engrenagens cilíndricas abertas (6) e um tambor onde se enrola o cabo, além do sistema de duas manivelas para o accionamento manual do sistema. O dispositivo possui também um sistema de travagem constituído por um linguete uma roda dentada acoplada ao veio do tambor.

A utilização da roldana móvel, do par de engrenagens e de duas alavancas, permite reduzir o efeito da carga a elevar, por ex., a roldana móvel reduz para metade o peso da carga.

Dados

Peso Máxima : 1000 kg

$$F_p = m.g \quad (38)$$

Onde F_p e m são o peso e a massa do corpo a elevar respectivamente e g a aceleração de gravidade

$$F_p = 1000 \times 9.8 = 9800 \text{ N}$$

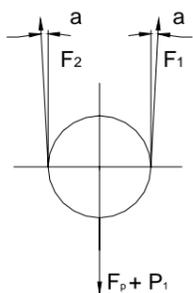


Fig. 19. Esquema de cálculo das tensões que actuam no cabo

$$F_1 * \cos \alpha + F_2 * \cos \alpha - F_p - P_1 = 0$$

Onde F_1 e F_2 são as forças de tensão que actuam no cabo, F_p peso da carga e P_1 é o peso próprio e α ângulo de inclinação dos cabos em relação a vertical.

Inicialmente despreza-se o peso próprio pois este ainda não está definido. Sabendo que $F_1 = F_2$, teremos

$$F_1 = \frac{F_p}{2 * \cos \alpha}$$

$$F_1 = \frac{9800}{2 * \cos 3} = 4907 \text{ N}$$

4.2. Escolha do cabo de sustentação da carga

A escolha do cabo é feita tendo em conta a sua tensão de rotura F_{rot} tabelada, [8]. Esta tensão deve ser maior que a tensão que actua no mesmo, multiplicado pelo coeficiente de segurança, como mostra a relação abaixo:

$$F_{rot} \geq F_2 * K \quad (39)$$

Sendo K coeficiente de segurança que tem em conta o regime de carga aplicada.

Assim, para regime ligeiro $K = 5,0$

$$F_{rot} \geq 4907 * 5 = 24535N$$

Da tabela [9], escolhe – se o cabo de diâmetro $D_c = 10mm$, carga de rotura $F_{rot} = 39500N$, número de arames 42 e diâmetro do arame $D_a = 1mm$

Cálculo do comprimento do cabo, diâmetro e comprimento do tambor

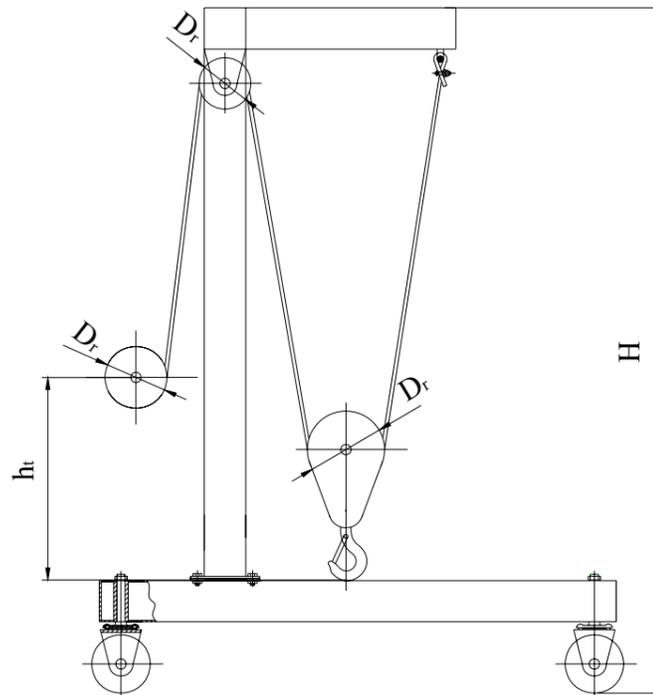


Fig. 20. Esquema de cálculo de comprimento do cabo

Diâmetro do tambor D_t

$$D_t = D_c * K_t \quad (40)$$

onde K_t é o coeficiente do tambor que depende do regime

Para regime manual $K_t = 18$, daí que o diâmetro do tambor será

$$D_t = 10 * 18 = 180 \text{ mm}$$

Segundo a fig. 20 calcula-se o comprimento do cabo C_c de seguinte modo

$$C_c = 3H + \pi D_t - h_t + 2\pi D_t \quad (41)$$

Onde H altura do pilar, h_t altura do chão até ao eixo do tambor e D_t é diâmetro da roldana que geralmente se toma igual ao diâmetro do tambor.

$$C_c = 3 * 8.000 + 3.14 * 0.180 - 1.200 + 2 * 0.180 = 23.7 \text{ mm}$$

Toma-se neste caso $C_c = 25 \text{ m}$

Comprimento do cabo a enrolar no tambor C_{cr}

$$C_{cr} = 2 * H$$

$$C_{cr} = 2 * 8 = 16 \text{ m}$$

Comprimento do tambor C_t

$$C_t = n * dc, \quad (42)$$

onde n é o número de vezes que o cabo enrola no tambor que se calcula pela fórmula (43)

$$n = \frac{C_{cr}}{\pi * D_t} \quad (43)$$

$$n = \frac{16000}{\pi * 180} = 28.3 \approx 29$$

$$C_t = 29 * 10 = 290 \text{ mm}$$

$$C_t \text{ torna-se} = 300 \text{ mm}$$

4.3. Cálculo de transmissão por engrenagem cilíndrica aberta

A aplicação duma transmissão por engrenagem cilíndrica neste mecanismo, surge com objectivo de reduzir a força necessária para a elevação da carga

Cálculo de torque no veio 2

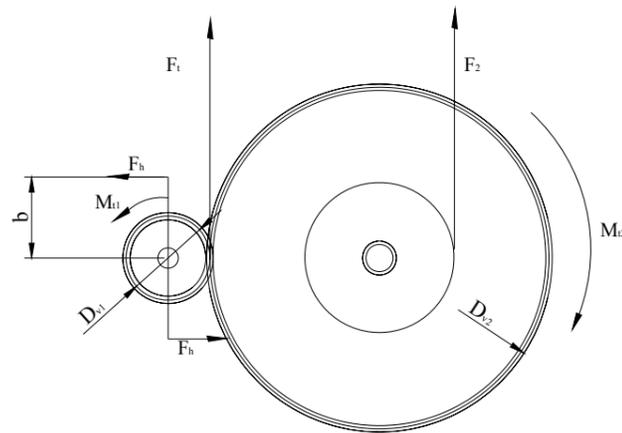


Fig. 21. Esquema de carregamento da transmissão cilíndrica

$$M_{t2} = F_3 * \frac{D_t}{2} * \cos 3 \quad (44)$$

onde D_t é o diâmetro do tambor

$$M_{t2} = 4907 * \frac{180}{2} * \cos 3 = 441 * 10^3 \text{ Nmm}$$

Sabe-se ainda que

$$\begin{cases} M_{t2} = Ft * \frac{D_{v2}}{2} \\ M_{t1} = Ft * \frac{D_{v1}}{2} \end{cases} \quad (45)$$

Sendo D_{v1} e D_{v2} diâmetros divisores do pinhão e da roda respectivamente, M_{t1} e M_{t2} momentos torçores

$$\frac{M_{t2}}{M_{t1}} = \frac{D_{v2}}{D_{v1}} = u \quad (46)$$

$$M_{t1} = \frac{M_{t2}}{u}$$

Admitindo que a relação de transmissão da engrenagem, $u=4$ o momento será

$$M_{t1} = \frac{441 * 10^3}{4} = 110.25 * 10^3 \text{ Nmm}$$

por outro lado o momento M_{t1} , pode ser determinado pela expressão abaixo

$$M_{t1} = 2F_h * b \quad (47)$$

onde a força humana admissível $F_h = 16 \text{ kg}$ e considerando que o mecanismo será accionado por dois indivíduos em simultâneo, pode se calcular o braço b da manivela pela fórmula a seguir.

$$b = \frac{M_{t1}}{2 * F_h} \quad (48)$$

$$b = \frac{110.25 * 10^3}{2 * 160} = 345 \text{ mm}$$

Deste modo pode se concluir que com a utilização deste tipo de dispositivo pode-se elevar uma carga com 1000kg somente com duas pessoas

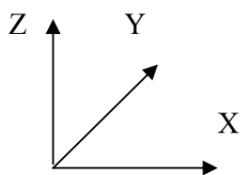


Fig. 22. Sistema de eixos cartesianos

4.4. Determinação das forças que actuam nos elementos da estrutura

Elemento 2 (braço da torre)

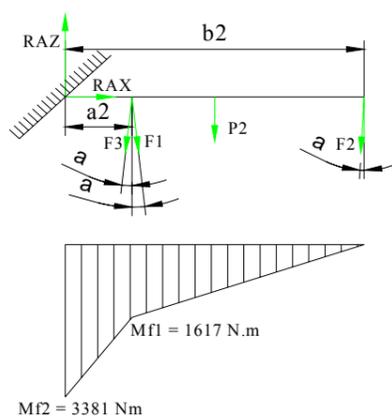


Fig. 23. Esquema de carregamento do braço

Reacções de apoios no eixo X

$$R_{AX} - F_1 \operatorname{sen} \alpha - F_2 \operatorname{sen} \alpha - F_3 \operatorname{sen} \alpha = 0$$

$$R_{AX} = F_2 \operatorname{sen} \alpha$$

$$R_{AX} = 4907 * \operatorname{sen} 3 = 257 \text{ N}$$

Reacções de apoios no eixo Z

$$R_{AZ} - F_1 \operatorname{cos} \alpha - F_2 \operatorname{cos} \alpha - F_3 \operatorname{cos} \alpha - P_2 = 0$$

Onde P_2 é o peso próprio do braço é igual a zero e $F_1 = F_2 = F_3$; então

$$R_{AZ} = 3F_2 \operatorname{cos} \alpha$$

$$R_{AZ} = 3 * 4907 * \operatorname{cos} 3 = 14701 \text{ N}$$

Momentos no eixo Y

$$M_{AY} = 2aF_1 \cos\alpha - F_2 b \cos\alpha = 0$$

$$M_{AY} = F_1 \cos\alpha (2a + b)$$

$$M_{AY} = 4907 * \cos 3 * (2 * 0.12 + 0.45) = 3381 \text{ N}$$

Esforços internos

1º trecho

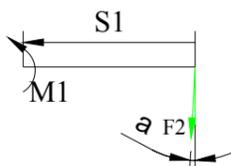


Fig. 23.a. Esquema de carregamento

$$M_1 = F_2 \cos\alpha S_1$$

$$M_1 = 4907 * \cos 3 S_1$$

$$\text{Para } S_1 = 0, M_1 = 0 \text{ e } S_1 = (b_2 - a_2), M_1 = 1617 \text{ Nm}$$

2º trecho

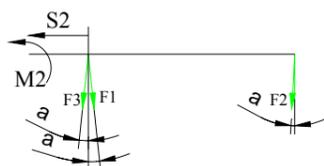


Fig. 23.b. Esquema de carregamento

$$M_2 = F_2[(b_2 - a_2) + S_2] \cos\alpha + 2 S_2 F_2 \cos\alpha$$

$$M_2 = F_2(b_2 - a_2) \cos\alpha + 3 S_2 F_2 \cos\alpha$$

$$M_2 = 4907 * (0.45 - 0.12) \cos 3 + 3 * 4907 * \cos 3 * S_2$$

$$M_2 = 1617 + 14701 * S_2$$

$$\text{Para } S_2 = 0, M_2 = 1617 \text{ Nm e } S_1 = a_2, M_2 = 3381 \text{ Nm}$$

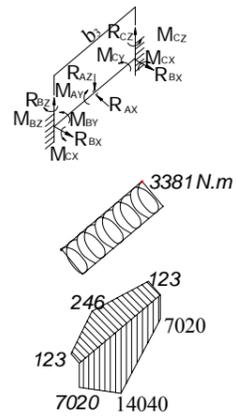
Elemento 3 (viga de suporte de roldanas)

Fig. 24. Esquema de carregamento do braço

Reacções de apoios no eixo X

$$R_{BX} + R_{CX} - R_{AX} = 0$$

Pela simetria do carregamento a reacção de apoio R_{BX} é igual R_{CX} ; então

$$R_{BX} = R_{CX} = \frac{R_{AX}}{2}$$

$$R_{BZ} = R_{CZ} = \frac{257}{2} = 129N$$

Reacções de apoios no eixo Z

$$R_{BZ} + R_{CZ} - R_{AZ} = 0$$

Pela simetria do carregamento a reacção de apoio R_{BZ} é igual R_{CZ} ; então

$$R_{BZ} = R_{CZ} = \frac{R_{AZ}}{2}$$

$$R_{BZ} = R_{CZ} = \frac{14701}{2} = 7251N$$

Momentos no eixo X

Pela simetria do carregamento os momentos M_{BX} e M_{CX} são iguais; então

$$M_{BX} = M_{CX} = \frac{R_{AZ}}{2} * \frac{b_3}{2}$$

$$M_{BX} = M_{CX} = \frac{14701}{2} * \frac{1.91}{2} = 7020Nm$$

Momentos no eixo Y

$$M_{AY} - M_{BY} - M_{BC} = 0$$

Pela simetria do carregamento os momentos M_{BY} e M_{CY} são iguais; então

$$M_{BY} = M_{CY} = \frac{M_{AY}}{2}$$

$$M_{BY} = M_{CY} = \frac{3381}{2} = 1691Nm$$

Momentos no eixo Z

Pela simetria do carregamento os momentos M_{BZ} e M_{CZ} são iguais; então

$$M_{BZ} = M_{CZ} = \frac{R_{AX}}{2} * \frac{b_3}{2}$$

$$M_{BZ} = M_{CZ} = \frac{257}{2} * \frac{1.91}{2} = 123Nm$$

Pelo diagrama dos momentos nota –se que temos momento flector no eixo X e no eixo Z, então a resultante calcula-se pela fórmula (49)

$$M_{res} = \sqrt{M_{fX}^2 + M_{fZ}^2} \quad (49)$$

$$M_{fres} = \sqrt{246^2 + 14040^2} = 14042 Nm$$

Devido ao momento de torção o momento resultante total M_{red} será determinado pela fórmula (50); [5]

$$M_{red} = \sqrt{M_f^2 + \alpha * M_t^2} \quad (50)$$

onde $\alpha=0.58 - 1$ é o coeficiente de segurança

$$M_{red} = \sqrt{(14042)^2 + 0.79 * 1691^2} = 14360 Nm$$

Elemento 4 (Veio do tambor)

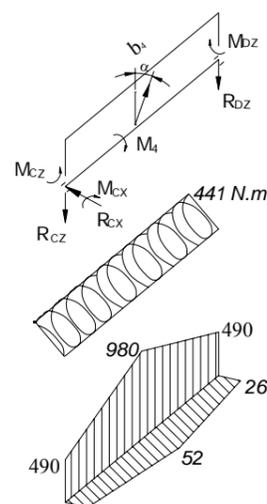


Fig. 25. Esquema de carregamento do braço

Reacções de apoios no eixo X

$$R_{LX} = R_{JX} = \frac{F_3 * \text{sen}\alpha}{2}$$

$$R_{LX} = R_{JX} = \frac{4907 * \text{sen}3}{2} = 128N$$

Reacções de apoios no eixo Z

$$R_{LZ} = R_{JZ} = \frac{F_3 * \text{cos}\alpha}{2}$$

$$R_{LZ} = R_{JZ} = \frac{4907 * \text{cos}3}{2} = 2450N$$

Momentos no eixo X

Pela simetria do carregamento os momentos M_{LX} e M_{JX} são iguais; então

$$M_{LX} = M_{JX} = \frac{F_3 * \text{cos}\alpha}{2} * \frac{b_4}{2}$$

$$M_{LX} = M_{JX} = \frac{4907 * \text{cos}3}{2} * \frac{0.4}{2} = 490N$$

Momentos no eixo Z

Pela simetria do carregamento os momentos M_{LZ} e M_{JZ} são iguais; então

$$M_{LZ} = M_{JZ} = \frac{F_3 * \text{sen}\alpha}{2} * \frac{b_4}{2}$$

$$M_{LZ} = M_{JZ} = \frac{4907 * \text{sen}3}{2} * \frac{0.4}{2} = 26N$$

Pelas formulas (49) e (50) determina-se o momento flector resultante e o momento reduzido respectivamente

$$M_{fres} = \sqrt{26^2 + 490^2} = 491Nm$$

$$M_{red} = \sqrt{(491)^2 + 0.79 * 441^2} = 628 Nm$$

Elemento 5 (suporte do veio do tambor)

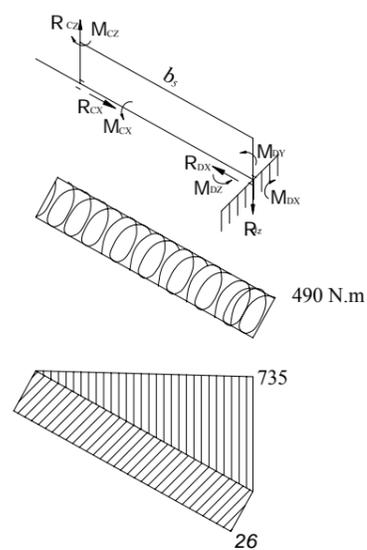


Fig. 26. Esquema de carregamento do braço

Reacções de apoios

$$R_{Lz} = R_{Dx} = 2450 \text{ N}$$

$$R_{Lx} = R_{Dz} = 128 \text{ N}$$

Momentos

$$M_{Dx} = M_{Lx} = 490 \text{ Nm}$$

$$M_{Dz} = M_{Lz} = 26 \text{ Nm}$$

$$M_{Dy} - R_{Lx} \cdot b_2 = 0$$

$$M_{Dy} = R_{Lx} \cdot b_2$$

$$M_{Dy} = 2450 \cdot 0.3 = 735 \text{ Nm}$$

Pelas formulas (49) e (50) determina-se o momento flector resultante e o momento reduzido respectivamente

$$M_{fres} = \sqrt{26^2 + 735^2} = 736 \text{ Nm}$$

$$M_{red} = \sqrt{(736)^2 + 0.79 * 490^2} = 855 \text{ Nm}$$

Elemento 6 (viga de suporte do mecanismo de elevação)

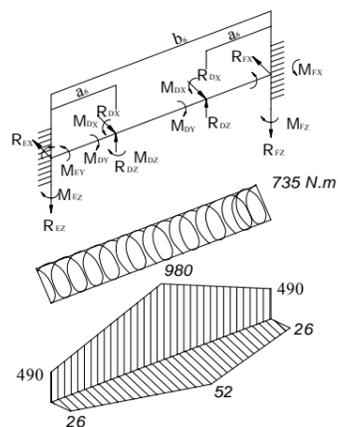


Fig. 27. Esquema de carregamento do braço

Reacções de apoios

$$R_{EX} = R_{FX} = R_{DX} = 128 \text{ N}$$

$$R_{EZ} = R_{FZ} = R_{DZ} = 2450 \text{ N}$$

Momentos no eixo X

$$-M_{EX} + M_{DX} + R_{DZ} a_6 = 0$$

$$M_{EX} = M_{DX} + R_{DZ} a_6$$

$$M_{EX} = 490 + 2450 * 0.755 = 2340 \text{ Nm}$$

Momentos no eixo Y

$$M_{EY} = M_{DY} = 735 \text{ Nm}$$

Momentos no eixo Z

$$M_{EZ} - M_{DZ} - R_{DX} a_6 = 0$$

$$M_{EZ} = M_{DZ} + R_{DX} a_6$$

$$M_{EX} = 26 + 128 * 0.755 = 123 \text{ Nm}$$

$$M_{fres} = \sqrt{219^2 + 4190^2} = 4196 \text{ Nm}$$

$$M_{red} = \sqrt{(4196)^2 + 0.79 * 735^2} = 4247 \text{ Nm}$$

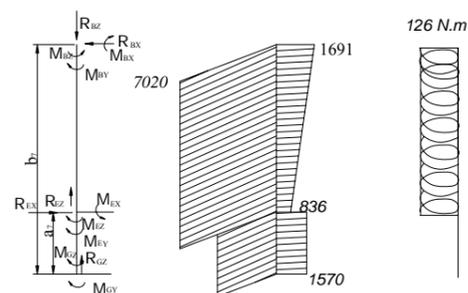
Elemento 7 (Pilar)

Fig. 28. Esquema de carregamento do pilar

Reacções de apoios no eixo X

$$R_{BX} - R_{EX} - R_{GX} = 0$$

$$R_{GX} = R_{BX} - R_{EX}$$

$$R_{GX} = 129 - 128 = 1 = 0 \text{ N}$$

Reacções de apoios no eixo Z

$$- R_{BZ} + R_{EZ} + R_{GZ} = 0$$

$$R_{GZ} = R_{BZ} - R_{EX}$$

$$R_{GX} = 7351 - 2450 = 4901 \text{ N}$$

Momentos no eixo X

$$- M_{BX} - M_{EX} + M_{GX} = 0$$

$$M_{GX} = M_{BX} - M_{EX}$$

$$M_{GX} = 7020 + 2340 = 4680 \text{ Nm}$$

Momentos no eixo Y

$$- M_{BY} - M_{EY} + R_{BZ} b_7 - R_{EX} a_7 + M_{GY} = 0$$

$$M_{GY} = M_{BY} + M_{EY} - R_{BX} h + R_{EX} h_1$$

$$M_{GY} = 1691 + 735 - 129 * 7.53 + 128 * 0.9 = 1570 \text{ Nm}$$

Momentos no eixo Z

$$M_{BZ} - M_{EX} - M_{GX} = 0$$

$$M_{GZ} = M_{BZ} - M_{EZ}$$

$$M_{GZ} = 123 + 123 = 0 \text{ Nm}$$

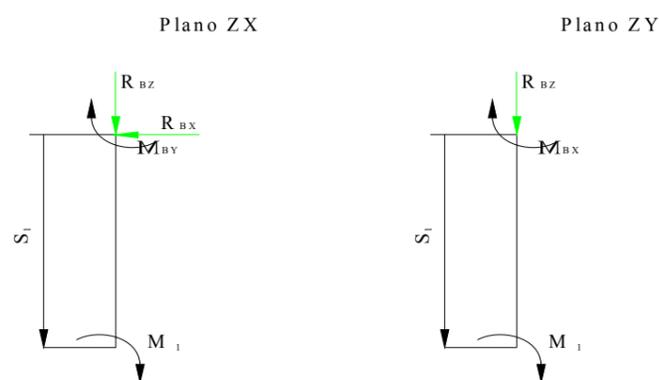
*Esforços internos**1º Trecho*

Fig. 29.a. Trechos dos esforços internos

Plano ZX

$$-M_1 - M_{BY} + R_{BX} * S_1 = 0$$

$$M_1 = - M_{BY} + R_{BX} * S_1$$

$$M_1 = - 1691 + 129 * S_1$$

$$\text{Para } S_1 = 0; M_1 = - 1691 \text{ Nm}$$

$$S_1 = b_7 - a_7 = 6.63\text{m}; M_2 = -836 \text{ Nm}$$

Plano ZY

$$-M_1 - M_{BX} = 0$$

$$M_1 = - M_{BY} = -7020$$

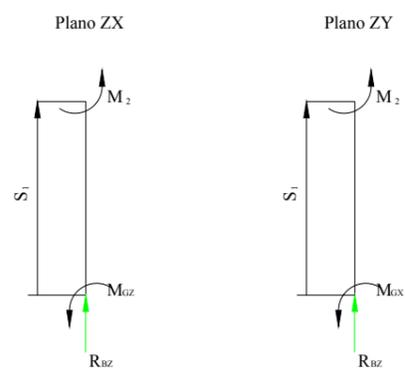


Fig. 29.b. Trechos dos esforços internos

Plano ZX

$$-M_2 - M_{GY} = 0$$

$$M_2 = - M_{BY} = -1570 \text{ Nm}$$

Plano ZY

$$-M_2 - M_{GX} = 0$$

$$M_2 = - M_{BY} = - 4680 \text{ Nm}$$

Elemento 8 (viga da base)

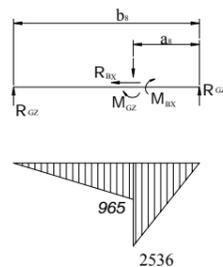


Fig. 30. Esquema de carregamento do pilar

$$- R_{HZ} * b_8 + R_{GZ} * a_8 - M_{GY} = 0$$

$$R_{HZ} = \frac{4901 * 0.77 - 1570}{1.37} = 1608 Nm$$

$$R_{HZ} + R_{IZ} - R_{GZ} = 0$$

$$R_{IZ} = R_{GZ} - R_{HZ}$$

$$R_{HZ} = 4901 - 1608 = 3293 N$$

Tabela 6. Momentos máximos dos elementos

| Elementos | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------------|------|-------|-----|-----|------|------|------|
| M _{máx} [Nm] | 3381 | 14360 | 628 | 855 | 4247 | 7222 | 1536 |

4.5. Dimensionamento dos Elementos

Toda a estrutura será feita do mesmo perfil por isso basta determinar a secção do elemento mais carregado que é por sinal o elemento 3. Depois faz-se a verificação das colunas pois estas estão sujeitas a flambagem. A escolha de se usar mesmo perfil diminui os gastos provenientes dos retalhos.

Elemento 3 (viga de suporte de roldanas)

Material da peça

Aço de baixa liga: 17ΓC

Composição química: 0.2% C; 0.5% Si; 1.2 %Mn

Propriedades mecânicas $\sigma_e = 400$ MPa; $\sigma_r = 550$ MPa

Tensão admissível a flexão

$$[\sigma_f] = 0.8 * \frac{\sigma_e}{n} \quad (51)$$

$$[\sigma_f] = 0.8 * \frac{400}{4.5} = 71.2 \text{ MPa}$$

Momento de resistência

$$W \geq \frac{M_{red}}{[\sigma_f]} \quad (52)$$

$$W \geq \frac{14360 * 10^3}{71.2}$$

$$W_x \geq 202 * 10^3 \text{ mm}^3$$

Da tabela [6] escolhe-se o tubo quadrado de 180 x 180 x 6 mm cujo momento de resistência é $W = 223 * 10^3 \text{ mm}^3$, área da secção transversal é $A = 4.05 * 10^3 \text{ mm}^2$, o raio de giração é $r = 70.5 \text{ mm}$ e a massa por metro é igual a 31.8 kg/m. Pois é o perfil de fabrico comum com o momento de resistência mais próximo ao desejado e com baixa massa por metro quadrado.

Verificação da resistência dos pilares

Aplicando o método de iteração pode-se verificar a resistência dos pilares [7].

$$\frac{F_R}{A * [\sigma_c]} + \frac{M_x}{W_x * [\sigma_f]} + \frac{M_y}{W_y * [\sigma_f]} \leq 1 \quad (53)$$

Sabe-se que a tensão admissível $[\sigma_c]$ é a tensão que tem em conta a possibilidade de a coluna poder flambar e é dada pela fórmula

$$[\sigma_c] = \frac{\pi^2 * E}{1,92 \left(\frac{H}{r}\right)^2} \quad (54)$$

Onde E é o módulo de elasticidade; H altura da coluna e r raio de giração

$$[\sigma_c] = \frac{3.14^2 * 2.10^5}{1.92 * \left(\frac{7530}{70.5}\right)^2} = 89.3 \text{ MPa}$$

Aplicando a fórmula (39) teremos:

$$\frac{7351}{4.05 * 10^3 * 89.3} + \frac{7020 * 10^3}{223 * 10^3 * 71.2} + \frac{1691 * 10^3}{223 * 10^3 * 71.2} \leq 1$$

$$0.57 < 1$$

O resultado satisfaz a condição, então o pilar com secção quadrado de 180 x 180 x 6 mm resiste ao esforço aplicado.

Elemento 5(suporte do veio do tambor)

Material da peça

Aço de baixa liga: 17FC

Composição química: 0.2% C; 0.5% Si; 1.2 %Mn

Propriedades mecânicas $\sigma_c = 400 \text{ MPa}$; $\sigma_r = 550 \text{ MPa}$

Tensão admissível a flexão

Momento de resistência

$$W \geq \frac{855 * 10^3}{71.2}$$

$$Wx \geq 12 * 10^3 \text{ mm}^3$$

Da tabela [6] escolhe-se o tubo quadrado de 60 x 60 x 6 mm cujo momento de resistência é $W = 14.1 * 10^3 \text{ mm}^3$, área da secção transversal é $A = 0.841 * 10^3 \text{ mm}^2$, o raio de giração é $r = 22.7 \text{ mm}$ e a massa por metro é igual a 6.6 kg/m. Pois é o perfil de fabrico comum com o momento de resistência mais próximo ao desejado e com baixa massa por metro quadrado.

Elemento 3 (viga de suporte de roldanas)

Material da peça

Aço de baixa liga: 177C

Composição química: 0.2% C; 0.5% Si; 1.2 %Mn

Propriedades mecânicas $\sigma_e = 400 \text{ MPa}$; $\sigma_r = 550 \text{ MPa}$

Tensão admissível a flexão

$$[\sigma_f] = 0.8 * \frac{400}{4.5} = 71.2 \text{ MPa}$$

Momento de resistência

$$D_v \geq \sqrt[3]{\frac{M_{red}}{0.1 * [\sigma_f]}} \quad (55)$$

$$D_v \geq \sqrt[3]{\frac{628 * 10^3}{0.1 * 71.2}}$$

$$D_v \geq 44.5 \text{ mm}$$

Toma se portanto diâmetro mínimo do veio igual 45 mm.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusão

Este trabalho tem em vista a elaboração dum processo tecnológico construção e montagem dum estação de serviço e dimensionamento dum dispositivo de elevação de carga

Neste trabalho fez – se a determinação do número de utentes e número de máquinas e equipamentos necessários para uma estação de serviço, para além do cálculo da área ocupada pela estação.

Fez-se a análise construtiva da canopy e da torre de elevação e o cálculo de resistência dos elementos estruturais da torre de elevação

Elaborou-se a documentação tecnológica para a obtenção da sapata superior do pilar, para além da documentação construtiva da canopy e da torre de elevação de carga.

5.2. Recomendações

Recomenda-se o uso deste trabalho na construção e montagem de canopys para bombas de combustível, no dimensionamento da área dum estação de serviço e nas oficinas para a construção de dispositivos de elevação de carga.

É também recomendável aos estudantes finalista do curso de licenciatura em engenharia mecânica na Universidade Eduardo Mondlane que frequenta a cadeira do projecto do curso o uso deste trabalho como orientação para a projecção dum equipamento de elevação de carga.

Para permitir um funcionamento eficaz e suave de equipamento de elevação de carga é necessário fazer se a lubrificação do sistema de engrenagens, roldanas, cabo de sustentação.

Em relação ao equipamento de elevação este não deve ser utilizado fora da sua capacidade máxima de carga, 1000kg (mil e quilogramas) pois isto pode representar um perigo, para além de sobrecarregar os operadores.

5.3 Limitações do projecto

O projecto de construção e instalação duma estação de serviço abarca duas grandes áreas da engenharia (civil e mecânica). Devido ao tempo limitado do trabalho de licenciatura o autor não fez referência a parte de construção de edifícios, remetendo esta parte para estudos próximos por parte dos engenheiros civil.

Nota se também a falta de materiais no mercado nacional tais como perfis, tubos, etc. recorrendo sempre que possível a produtos importados.

A falta de normas nacionais cria uma grande grade dificuldade aos projectistas pois estes são obrigados a fazerem mistura de varias normas, que torna por vezes tarefa difícil para os projectistas.

BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**Referências bibliográficas**

1. [http:// www.galpenergia](http://www.galpenergia)
2. www.bp.com
3. M. Arias Paz, Manual de Automobilista, Lisboa 1970
4. Kourbatov A., Apontamentos de Corte e Máquinas e Ferramentas, UEM 1998
5. I. V. Iatsina, Apontamento de Órgãos de Máquinas, UEM 1999
6. Southern African Steel Construction, Hand Book, 3ª edição 1999
7. Ferdinand P. Beer & Russel Jonston, Jr Resistência dos Materiais, São Paulo
8. D. Mocomoque, Apontamentos de Máquinas de Elevação e Transporte, UEM 2000
9. A. L. Casillas, Máquinas, formulário técnico, São Paulo 1981
10. A.P.Gulháev, Metais e suas ligas, Moscovo 1981, Tomo 2

Bibliografia

- P. A. Stiopin, Resistência dos Materiais, Moscovo, 1979
- I.V. Iatsina & R.V. Sitoé, Órgãos de Máquinas, Cálculo de Transmissões por Engrenagens , Maputo, 1991
- I. Vychnepolski, V. Vychnepolski, Desenho de Construção Mecânica, Moscovo, 1987
- Gustav Niemann, Elementos de Máquinas, São Paulo, 1971

ANEXOS

Anexo 1

Características técnicas dos equipamentos seleccionados

Tabela 1. Características técnicas das bombas de combustível

| | |
|----------------------|---------------------|
| Modelo | 300W |
| Dimensões da máquina | 585 x 1200x 1650 mm |
| Motor eléctrico | 0.37 kW, 220V, 50Hz |
| Velocidade de debito | 40 – 80 l/min |
| Peso da máquina | 110 kg |

Tabela 2. Características técnicas da máquina de desmonte de rodas

| | |
|-------------------------------------|---------------------|
| Modelo | P 77 |
| Dimensões da máquina | 400 x 715x 1200 mm |
| Motor eléctrico | 0.75 W, 220 V, 50Hz |
| Diâmetro máximo da roda a desmontar | 1000 mm |
| Peso da máquina | 175 kg |
| Pressão de trabalho | 10 bar |

Tabela 3. Características técnicas da Máquina de vulcanização de câmaras

| | |
|----------------------|---------------------|
| Modelo | 300W |
| Dimensões da máquina | 400 x 500x 1250 mm |
| Motor eléctrico | 0.75 KW, 220V, 50HZ |
| Peso da máquina | 100 kg |

Tabela 4. Características do Compressor

| | |
|--------------------------|---------------------|
| Modelo | 234H3 |
| Dimensões da máquina | 500 x 1120x 1740mm |
| Motor eléctrico | 2.20 W, 220V, 50HZ |
| Capacidade do depósito | 250 dm ³ |
| Peso da máquina | 350 kg |
| Pressão de funcionamento | 10bar |

Anexo 2

Especificações da canopy

| For. | Zon | Ref. | Designação | Nome | Q. | Obser | |
|----------|------------|--------|----------------------------|---------------------------|-------|--------|--|
| | | | TL 2005 01 ES 02 00 | Desenho de montagem | | | |
| | | | | Sub conjuntos | | | |
| | 1 | | TL 2005 01 ES 02 01 | Pilar | 6 | | |
| | 2 | | TL 2005 01 ES 02 02 | Bomba de combustível | 3 | | |
| | 3 | | TL 2005 01 ES 02 03 | Viga secundária | 2 | | |
| | 4 | | TL 2005 01 ES 02 04 | Saia de bordadura | 2 | | |
| | 5 | | TL 2005 01 ES 02 05 | Saia de bordadura | 2 | | |
| | 6 | | TL 2005 01 ES 02 06 | Viga principal | 2 | | |
| | 8 | | TL 2005 01 ES 02 08 | Saia de bordadura | 2 | | |
| | 9 | | TL 2005 01 ES 02 09 | Viga principal | 1 | | |
| | 10 | | TL 2005 01 ES 02 10 | Saia de bordadura | 2 | | |
| | 36 | | TL 2005 01 ES 02 36 | Chumbadouro | 24 | | |
| | | | | Peças | | | |
| | 11 | | TL 2005 01 ES 02 11 | Contraventamento | 16 | | |
| | 12 | | TL 2005 01 ES 02 12 | Contraventamentos | 16 | | |
| | 19 | | TL 2005 01 ES 02 19 | Cantoneira de suporte | 12 | | |
| | 20 | | TL 2005 01 ES 02 20 | Madre principal | 24 | | |
| | 22 | | TL 2005 01 ES 02 22 | Madre secundária | 24 | | |
| | 23 | | TL 2005 01 ES 02 23 | Sapata superior do pilar | 6 | | |
| | 28 | | TL 2005 01 ES 02 28 | Abraçadeira de tubo | 12 | | |
| | 31 | | TL 2005 01 ES 02 31 | Tube de queda de água | 3 | | |
| | 32 | | TL 2005 01 ES 02 32 | Sapatas inferior do pilar | 6 | | |
| | 43 | | TL 2005 01 ES 02 43 | Abraçadeira de caleira | 22 | | |
| | 44 | | TL 2005 01 ES 02 44 | Caleira | 7 | | |
| | | | TL 2005 01 ES 02 00 | | | | |
| Alt Fol. | Nº Docum | Assin. | Data | | | | |
| Desen. | Paulino C. | | | Código | Folha | Folhas | |
| Verif. | Dr. Kourb. | | | | 01 | 03 | |
| | | | | UEM | | | |

| | | | | | |
|--|----|---------------------|-----------------------------|-----|----|
| | 45 | TL 2005 01 ES 02 44 | Chapa de união | 4 | |
| | 52 | TL 2005 01 ES 02 51 | Chapa de união | 4 | |
| | | | | | |
| | | | Artigos normalizados | | |
| | | | | | |
| | 7 | | Chapa de cobertura IBR 0.6 | 62 | |
| | 13 | | Anilha M12 | 24 | |
| | 14 | | Parafuso M12 x 20 | 24 | |
| | 15 | | Porca M12 | 24 | |
| | 16 | | Anilha M12 | 144 | |
| | 17 | | Parafuso M12 x 20 | 144 | |
| | 18 | | Porcas M12 | 144 | |
| | 21 | | Chapa de Bond lock | 57 | |
| | 24 | | Anilha M16 | 24 | |
| | 25 | | Parafuso M16 x 40 | 24 | |
| | 26 | | Porca M16 | 24 | |
| | 27 | | P. Autoros. 5/16 x 5.5 x 25 | 378 | |
| | 29 | | Parafuso M6 x 20 | 24 | |
| | 30 | | Anilha M6 | 24 | |
| | 33 | | Anilha M30 | 16 | |
| | 34 | | Contraporcas M30 | 36 | |
| | 35 | | Porca M30 | 36 | |
| | 37 | | Anilha M12 | 42 | |
| | 38 | | Parafuso M12x30 | 42 | |
| | 39 | | Porca M12 | 42 | |
| | 40 | | Anilha vedante.Ø26x6 | 750 | |
| | 41 | | P. Autoros. 5/16 x 5.5 x 65 | 730 | |
| | 42 | | Rebite pop 4.8 x 10 | 44 | |
| | 46 | | Anilha M12 | 16 | |
| | 47 | | Parafuso M12x20 | 16 | |
| | 48 | | Porca M12 | 16 | |
| | 49 | | Anilha M10 | 128 | |
| | 50 | | Parafuso M10 x 20 | 128 | |
| | 51 | | Porca M10 | 128 | |
| | | | | | 02 |
| | | | | | |
| | | | | | |

Anexo 3

Cartões de fase