

ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

PMI-3213
Escavação e Transporte na
Mineração

Tema 4b

**TRATORES E
ESCARIFICADORES**

Prof. Dr. Luis E. Sánchez 2017

Nota explicativa

PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Material de uso exclusivo na disciplina PMI-3213 Escavação e Transporte na Mineração, facultado aos alunos em caráter complementar à bibliografia e demais fontes indicadas no programa da disciplina.

© 2017 Luis E. Sánchez

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

PMI-3213 Escavação e transporte na mineração



Fonte: www.vital.com

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Principais aplicações de tratores em mineração

- Desmatamento
- Decapamento e remoção de solo superficial
- Escarificação
- Execução de cortes e aterros
- Abertura de vias
- Empilhamento de material desmontado
- Espalhamento e compactação de estéril
- Empurrar *scrapers*
- Transporte a curtas distâncias

PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Características construtivas

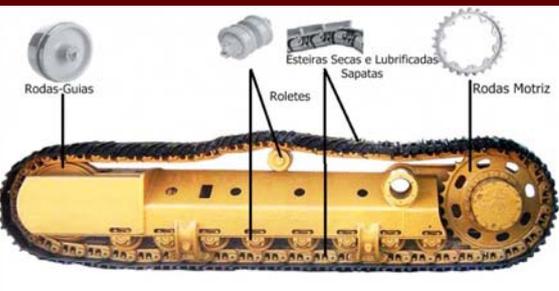
- Estrutura frontal
 - LÂMINA RETA
 - LÂMINA ANGULÁVEL
 - LÂMINA EM "U"
 - LÂMINA AMORTECEDORAas lâminas são a ferramenta de trabalho dos tratores
- Estrutura de locomoção
 - ESTEIRAS
 - PNEUS
- Chassi rígido

PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Estrutura de locomoção



Fonte: industriahoje.com.br

PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Alguns modelos de trator




CAT D9R

fonte: cmms.cat.com

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Alguns modelos de trator

D3K	D4K	D5K
		
BULDÓZERS PEQUENOS	BULDÓZERS PEQUENOS	BULDÓZERS PEQUENOS
Modelo CAT C4.4 ACERT™	Modelo CAT C4.4 ACERT™	Modelo CAT C4.4 ACERT™
Potência - Líquida 55.2 kW	Potência - Líquida 62.6 kW	Potência - Líquida 71.6 kW
Peso Operacional - XL 7790 kg	Peso Operacional - XL 8147 kg	Peso Operacional - XL 9408 kg

fonte: www.cat.com/pt

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Alguns modelos de trator

BULDÓZERS MÉDIOS	BULDÓZERS GRANDES	BULDÓZERS GRANDES
		
Modelo do Motor Cat® C9 ACERT™	Modelo do Motor Cat® C15 ACERT™	Modelo do Motor Cat® 340C
Energia do Volante do Motor 179 kW	Energia do Volante do Motor 231 kW	Energia do Volante do Motor 302 kW
Peso Operacional 24962 kg	Peso Operacional 38485 kg	Peso Operacional 48784 kg
COMPARAR MODELOS >	COMPARAR MODELOS >	COMPARAR MODELOS >
D1T >	D1T2 >	D1T-D1T CD >

fonte: www.cat.com/pt

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Alguns modelos de trator

BULDÓZERS GRANDES	BULDÓZERS GRANDES	BULDÓZERS GRANDES
		
Modelo do Motor Cat® C18 ACERT™	Modelo do Motor Cat® C27 ACERT™	Modelo do Motor Cat® C32 ACERT™
Energia do Volante do Motor 306 kW	Energia do Volante do Motor 447 kW	Energia do Volante do Motor 634 kW
Peso Operacional 60098 kg	Peso Operacional 70171 kg	Peso Operacional 104257 kg
COMPARAR MODELOS >	COMPARAR MODELOS >	COMPARAR MODELOS >
D1N W1 >	D7R SERIES 2 W1 >	D7T W1 >

fonte: www.cat.com/pt

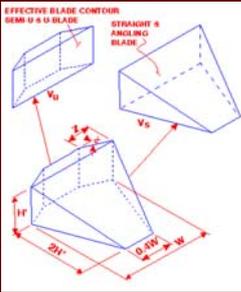
Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Capacidade volumétrica de um trator

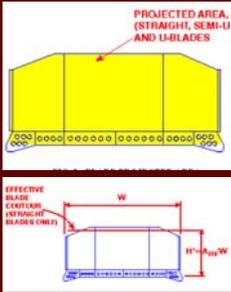
Norma SAE J1265

Capacidade estimada de acordo com o tipo de lâmina



EFFECTIVE BLADE CONTOUR
SEMI-U BLADE

STRAIGHT & ANGLED BLADE



PROJECTED AREA, A_m
(STRAIGHT, SEMI-U
AND U-BLADES)

EFFECTIVE BLADE CONTOUR
(STRAIGHT BLADES ONLY)

W

H = A_m/W

fonte: www.evsindustries.com

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Trator em operação auxiliar

<https://www.youtube.com/watch?v=PMK8TVsvto8>



<https://www.youtube.com/watch?v=PMK8TVsvto8>

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Reafeiçoamento do terreno para RAD

<https://www.youtube.com/watch?v=CPBNTIQCAiA>



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Escarificadores



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Foto: Luis E. Sánchez (2010)

Escarificadores



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Escarificadores

- Partes do *ripper*
 - Dente
 - Porta-pontas (*shank*)
 - Barra de suporte (*tool bar*)
 - Conjunto de força (*power assembly*)

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Partes de um escarificador



Conjunto de força

Porta-pontas

Barra de suporte

Dente

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Escarificadores



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Escarificadores



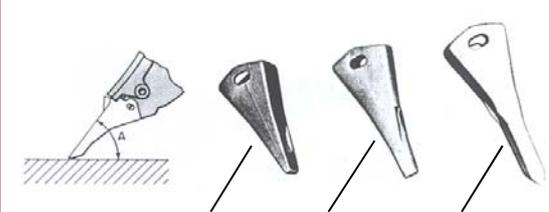
PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Foto: Luis E. Sánchez (2010)

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Tipos de dentes



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

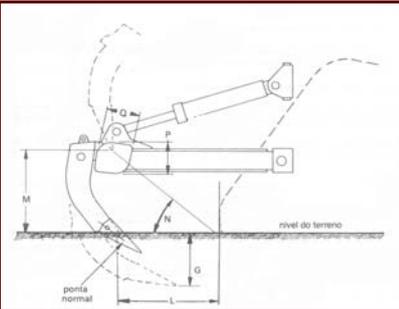
Prof. Luis E. Sánchez

Curto: quando houver possibilidade de impactos (menor risco de ruptura)	Intermediário: impacto moderado e abrasão normal	Longo: solos abrasivos e utilização sem impacto
--	---	--

Tipos de escarificadores: radial

tipo mais antigo e hoje em desuso

o ângulo de penetração muda com a profundidade



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

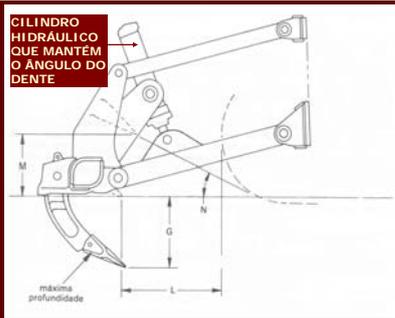
Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Tipos de escarificadores: paralelogramo fixo

Mantém o ângulo de penetração constante em todas as profundidades

usado em tratores de médio porte



CILINDRO HIDRAULICO QUE MANTÉM O ÂNGULO DO DENTE

máxima profundidade

PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

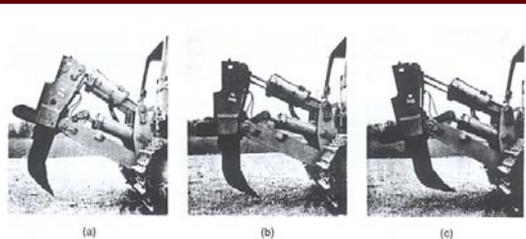
Paralelogramo fixo com três dentes



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

Tipos de escarificadores: paralelogramo ajustável



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

a) Posição atrasada do dente permite um ângulo de entrada agressivo na formação rochosa. b) Ao atingir a profundidade desejada, o melhor ângulo para escarificação é ajustado deixando-se o porta-pontas numa posição vertical. c) A fim de liberar as partículas, o porta-pontas é ajustado para uma posição avançada.

Paralelogramo ajustável com 1 dente



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Foto: Bruno Tomasselli

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Paralelogramo ajustável com 1 dente



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Foto: Bruno Tomasselli

Mineração Catalão (fosfato)

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

O trabalho de escarificação

- ❑ trator a baixa velocidade, em 1ª. marcha
- ❑ a profundidade para um único dente pode variar de 1,8 m para escarificação leve de trincheiras a alguns centímetros para escarificação muito pesada de rocha maciça
- ❑ no caso de dois ou três dentes, a profundidade pode variar de 0,3 a 1 m, dependendo do tipo de escarificação (leve, média ou pesada)
- ❑ o trator passa diversas vezes sobre a área, em linhas paralelas

PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

O trabalho de escarificação

<https://www.youtube.com/watch?v=GU0c5w98flo>



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Mina de carvão

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Escarificação em pedra

https://www.youtube.com/watch?v=f5AGzg_A_e4



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

O trabalho de escarificação

- ❑ quanto maior a profundidade da estria, maior será o espaçamento
- ❑ seção transversal da área desmontada por um único dente: à medida que o dente avança, uma área triangular invertida é desmontada, com os lados formando um ângulo de 45° com a horizontal e a vertical, de modo que o espaçamento deve ser tal que acomode o prisma triangular invertido, a fim de escarificar toda a rocha

PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Exemplos de escarificação: trator pesado

	LEVE	MÉDIA	PESADA	MUITO PESADA
Velocidade ondas sísmicas (m/s)	460 a 1220	1220 a 1524	1524 a 1828	1828 a 2134
Número de dentes	3	2	1	1
Espaçamento entre dentes (m)	1,5	3		
Profundidade de escarificação (m)	0,8	0,6	0,6	0,5
Largura escarificada a cada passada	4,6	2,4	1,2	0,9
Seção transversal a cada passada (m ²)	1,7	0,7	0,4	0,2
Produção (m ³ /h)	2041	872	436	206

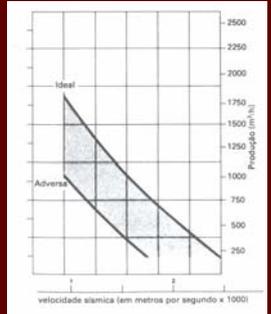
PMI-3213 Escavação e transporte na mineração



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Estimativa de produção



Trator CAT D8L

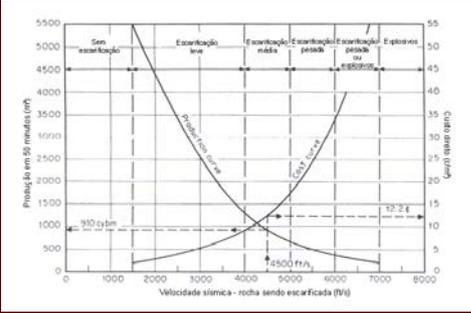
PMI-3213 Escavação e transporte na mineração



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Custo para trator de grande porte



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração



Escola Politécnica da USP

Prof. Luis E. Sánchez

Escarificação de solos congelados



PMI-3213 Escavação e transporte na mineração

Prof. Luis E. Sánchez