

EJERCICIOS SOBRE TRITURADORAS DE MANDÍBULAS

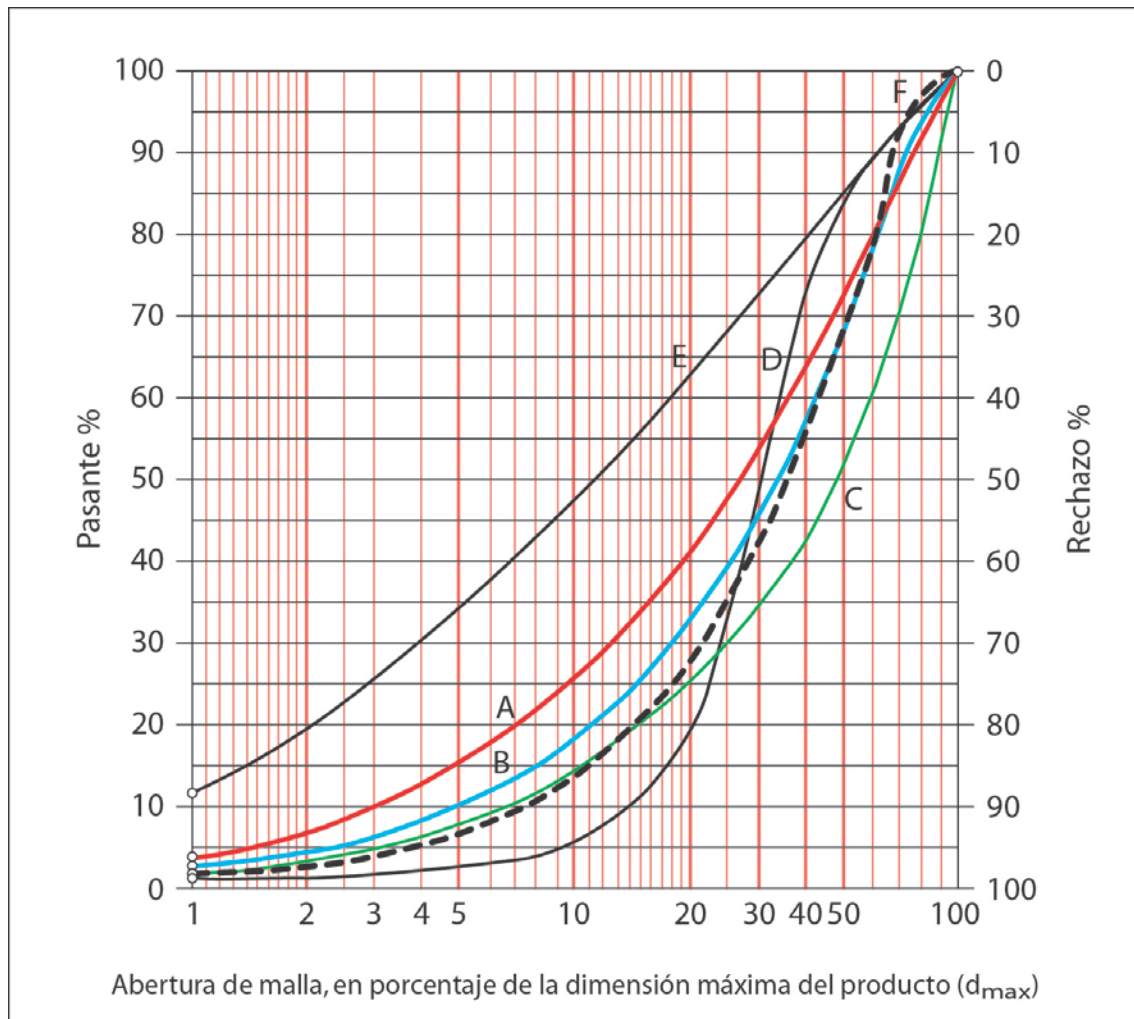
EJERCICIOS

En una planta de áridos existe una instalación de trituración que está formada por una machacadora de mandíbulas con una instalación de precibado previo a través de rejilla de barrotes. Las dimensiones de la boca de alimentación del primario es de 1200x850 mm. El reglaje es de 200 mm, con un recorrido de 15 mm y una velocidad de 250 rpm. El triturador primario está alimentado a su máxima capacidad posible mediante un alimentador blindado. Esta alimentación se caracteriza por un índice de Bond de 11 y un tamaño máximo de alimentación de 540 mm. Tanto en la etapa primaria como en la etapa de las trituradoras secundarias, el producto se caracterizará por presentar una granulometría con un 75% paso por la abertura igual al reglaje. Si se exige que el producto final obtenido en el pasante del cribado se caracterice por presentar un d_{80} igual 60 mm, y si se tiene en cuenta que el recorrido de las trituradoras ofertadas obedece a la expresión de $t=0.05 \cdot A^{0.80}$ y que el precio es proporcional a A^2 y que se utilizará precibado y alimentador, entonces ¿qué trituradora secundaria se seleccionaría y cuántas se necesitarían para que la inversión resultara la más económica posible? ¿Cuál sería así mismo la potencia motor a instalar en cada una?

BOCA DE ALIMENTACIÓN		REGLAJE	VELOCIDAD
A (mm) - Ancho	L (mm)	r (mm)	n (rpm)
180	250	20 – 50	250 – 300
250	400	30 – 75	250 – 300
500	650	60 – 130	250 – 300
600	900	60 - 180	180 - 300

La machacadora primaria es de tipo Blake, con mandíbulas de perfil recto y relieve acanalado con un ángulo de 26° y carga con tolva. Tomad una densidad real de 2.6 g/cm^3 .

La curva granulométrica típica del producto de una machacadora de mandíbulas es la representada por la curva A que viene en función del tamaño máximo de partícula obtenido como producto de la trituradora.



Solución:

La capacidad de la machacadora primaria que servirá de alimentación a las trituradoras secundarias viene dada por la expresión de Gieskieng:

$$T = f \times \rho_a \times w \times r \times t \times n \times a \times u$$

Donde:

f = Coeficiente = 0.00088 (finos eliminados y mandíbulas acanaladas)

ρ_a = Densidad aparente = $2.6 \times 0.6 = 1.56 \text{ gr/cm}^3$

w = Longitud de la boca de alimentación = 120 cm (1200 mm)

r = Reglaje = 20 cm (200 mm)

t = Recorrido = 1.5 cm (15 mm)

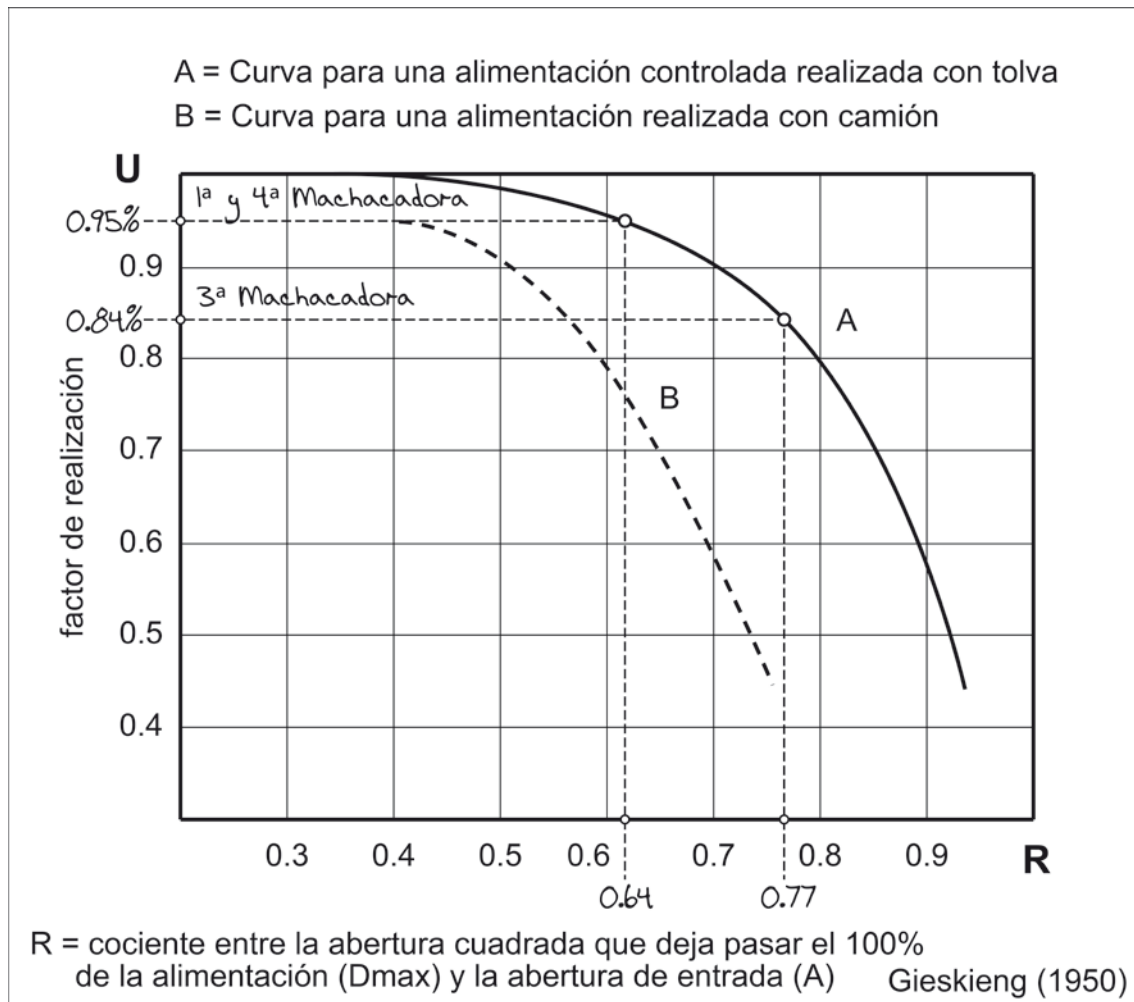
A = 850 mm

n = Velocidad rpm = 250 rpm

$$D_{\max} = 540 \text{ mm}$$

$$a = 1 + 0.03 (26 - 26) = 1.00$$

$$R = D_{\max} / A = 540 \text{ mm} / 850 \text{ mm} = 0.64 \text{ (ver Gráfica } u - R) \rightarrow u = 0.95$$



Ahora introducimos todos los valores calculados en la expresión de Gieskieng para tener que:

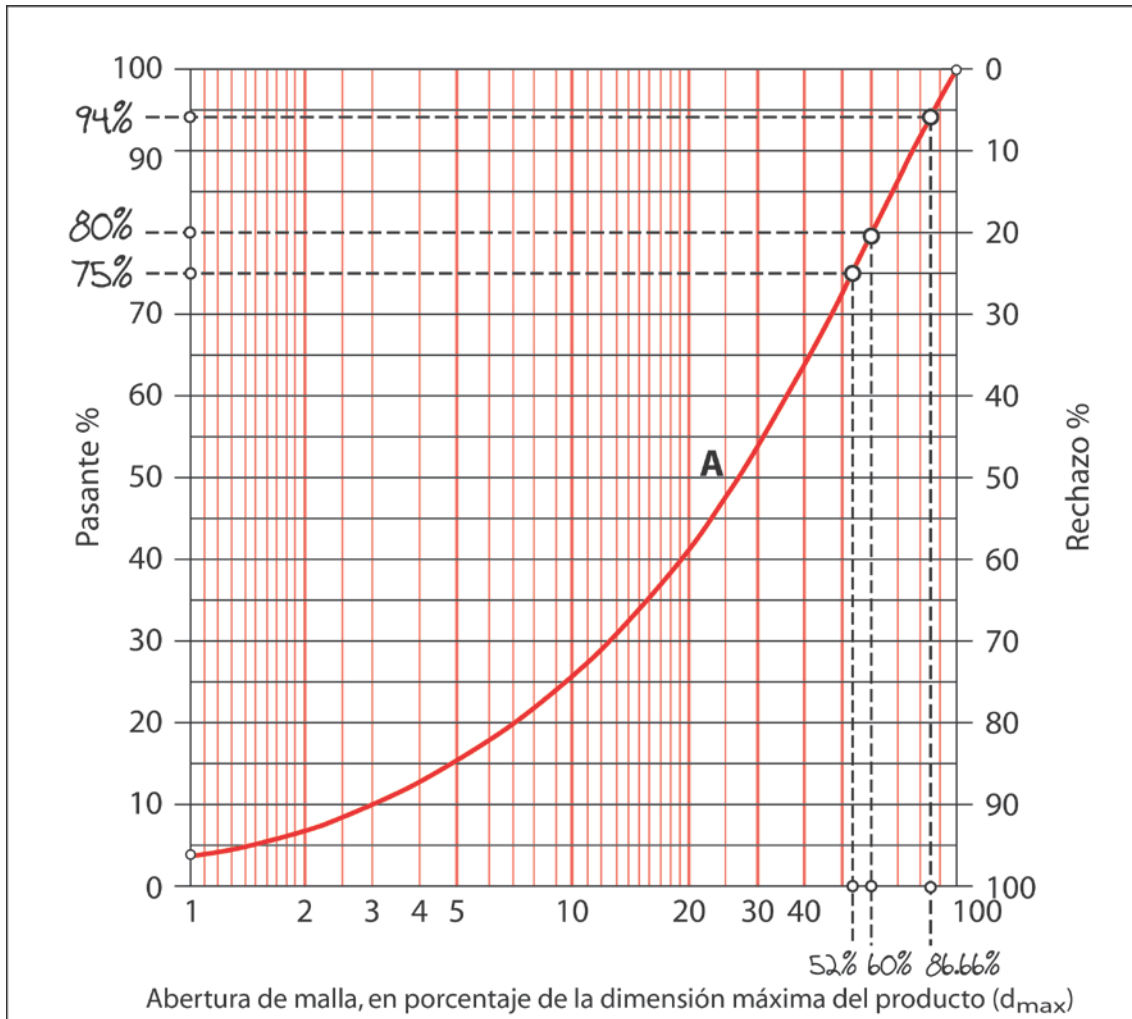
$$T = 0.000088 \times 1.56 \times 120 \times 20 \times 1.5 \times 250 \times 1 \times 0.95 = 117.37 \text{ t/h}$$

La abertura de salida (reglaje) del primario es de 200 mm por donde el producto cumple que el 25% de los granos producidos serán superiores a dicho reglaje de salida, luego el $D_{75} = 200 \text{ mm}$. Llevando este valor a la gráfica del enunciado (ver solución obtenida en la curva A) nos dará en abscisas un valor aproximado de 52% del tamaño máximo producido (d_{\max}), luego:

$$52\% d_{\max} \rightarrow 200 \text{ mm}$$

$$100\% d_{\max} \rightarrow x$$

Obteniéndose $x = 384.62 \text{ mm}$, luego este valor será el máximo tamaño de partícula obtenida en el producto de la trituradora primaria.



Se nos presenta una oferta de 4 machacadoras secundarias, para una capacidad de 117.37 t/h. El tamaño máximo que sale de la machacadora primaria será de 384.62 mm, el cual es superior a la dimensión del ancho de boca que presentan los dos modelos iniciales de trituradora secundaria (180 mm y 250 mm). Como se tiene que cumplir que el cociente Tamaño máximo/Ancho de boca = 0.8, rechazaremos la oferta de los dos primeros modelos por no ser válidos.

Se desea reducir el material a un tamaño granulométrico caracterizado por un valor de $d_{80} = 60 \text{ mm}$. Por otro lado el producto que sale de la machacadora

secundaria, se caracteriza por presentar una granulometría donde el 25% de los granos son de dimensión superior al reglaje de salida, es decir $d_{75} = 60$ mm.

Debido a que se exige un producto acabado caracterizado por un $d_{80} = 60$ mm, eso exigirá colocar una criba después de la machacadora secundaria con una abertura de malla cuadrada específica (habrá que hallarla) para que asegure que el 80% del material acabado tenga una dimensión de grano igual o inferior a 60 mm.

Primero vamos a calcular el tamaño máximo de las partículas que salen de la machacadora secundaria, para ello nos serviremos de la curva A de la gráfica (ver solución obtenida sobre la misma), entrando en ordenadas por el valor de 75% de paso acumulado nos da una abertura de malla por la que pasaría ese 75% de material igual al 52% del tamaño máximo del producto. Si sabemos que esa abertura de malla equivale al reglaje establecido que es de 60 mm, entonces podemos establecer lo siguiente:

$$52\% d_{\max} \rightarrow 60 \text{ mm}$$

$$100\% d_{\max} \rightarrow y$$

Obteniéndose $y = 115.39$ mm de tamaño máximo de partícula que sale por la trituradora secundaria.

Como nos hará falta para el cálculo de la potencia motor, ahora vamos a calcular el d_{80} del material que sale por la trituradora secundaria, y para ello volvemos a apoyarnos en el uso de la curva A:

$$100\% d_{\max} \rightarrow 115.39 \text{ mm}$$

$$60\% d_{\max} \rightarrow d_{80} \text{ mm}$$

Operación que nos da un valor $d_{80} = 69.23$ mm de tamaño máximo de partícula que sale por la trituradora secundaria.

El siguiente paso será calcular la abertura de la criba que nos dará un producto granulométrico que cumpla $d_{80} = 60$ mm (se observa que este valor es diferente al arriba calculado del producto de la trituradora secundaria ya que ahora se trata

del producto de la criba), es decir una abertura de malla que producirá un producto el cual contiene un 80% de granos con una dimensión igual o inferior a 60 mm.

La abertura de malla a calcular será la dimensión máxima de las partículas que pasan por ella. Por ello, calculando el tamaño máximo que va en el producto de la criba, entonces tendremos ese dato. Otra vez emplearemos para hallarla la curva A, donde entrando por la ordenada que tiene un valor de 80% de paso acumulado nos dará en abscisas un valor de 60% del tamaño máximo (abertura de la criba), luego se puede establecer que:

$$60\% d_{\max} \rightarrow 60 \text{ mm}$$

$$100\% d_{\max} (\# \text{ criba}) \rightarrow z$$

Obteniéndose $z = 100 \text{ mm}$ como abertura cuadrada de criba.

A continuación vamos a calcular el rechazo de la criba que debe volver a enviarse otra vez a la trituradora secundaria. Para calcular esa cantidad haremos una transformación de unidades para entrar por abscisas en la curva A. Es decir, debemos pasar el tamaño calculado de la abertura cuadrada de criba (100 mm) en relación a la dimensión máxima obtenida como producto en la trituradora secundaria, esto es:

$$100\% d_{\max} \rightarrow 115.39 \text{ mm}$$

$$w\% d_{\max} \rightarrow 100 \text{ mm}$$

Obteniéndose $w = 86.66\% d_{\max}$ (abertura de la criba puesta en función de la dimensión máxima que sale de la machacadora secundaria).

Entrando por abscisas con el valor de 86.66% d_{\max} (ver solución obtenida sobre la curva A) se tiene un paso acumulado del 94%, esto quiere decir que el producto de la trituradora secundaria presenta un 94% de granos de tamaño igual o inferior a 100 mm (abertura de la criba) y por lo tanto un 6% de ese producto deberá ser reenviado nuevamente a la machacadora secundaria.

La cantidad de material que será rechazada por la criba se puede calcular fácilmente a través de la expresión siguiente:

$$R = A \cdot \left(\frac{1}{1 - \varepsilon \cdot \frac{t}{100}} - 1 \right)$$

Siendo,

R = La cantidad de material rechazada por la criba, t/h

ε = Rendimiento de cribado, en tanto por uno (1%)

t = Porcentaje de producto que debe ser reenviado a la machacadora, en tanto por ciento (en nuestro caso es un 6%)

A = Alimentación que recibe la trituradora secundaria, t/h (117.37 t/h)

Introduciendo esos valores en la expresión se tiene que $R = 7.49$ t/h

Luego la cantidad total de material a tratar será de:

$$T = 117.37 \text{ t/h} + 7.49 \text{ t/h} = 124.86 \text{ t/h}$$

Selección del modelo no. 3 de trituradora de mandíbulas ofertada

El coste o precio es proporcional a A^2 (500 mm = A), luego el precio será de $K \times$

$$A^2 = K \times 500^2 = 250\,000 K$$

Aplicamos la fórmula de Gieskieng nuevamente donde:

f = Coeficiente = 0.00088 (finos eliminados y mandíbulas acanaladas)

ρ_a = Densidad aparente = $2.6 \times 0.6 = 1.56$ gr/cm³

W = Longitud de la boca de alimentación = 65 cm (650 mm)

r = Reglaje = 6 cm (60 mm)

t = Recorrido = $0.005 \times (A)^{0.80} = 0.005 \times (50)^{0.80} = 1.14$ cm

A = 500 mm

n = Velocidad rpm = 250 rpm

$\alpha = 1 + 0.03 (26 - 26) = 1.00$

$R = D_{\max} / A = 384.62 \text{ mm} / 500 \text{ mm} = 0.77$ (ver solución sobre Gráfica u - R)

$$\rightarrow u = 0.84$$

Ahora introducimos todos los valores calculado en la expresión de Gieskieng para tener que:

$$T = 0.000088 \cdot 1.56 \cdot 65 \cdot 6 \cdot 1.14 \cdot 250 \cdot 1 \cdot 0.84 = 12.24 \text{ t/h}$$

Por lo que para la cantidad a tratar de 124.86 t/h necesitaremos:

$$(124.86 \text{ t/h}) / (12.24 \text{ t/h}) = 10.21, \text{ es decir unas 11 trituradoras.}$$

Luego el precio total será de

$$250\ 000 \text{ k} \times 11 = 2\ 750\ 000 \text{ k}$$

Selección del modelo no. 4 de trituradora de mandíbulas ofertada

El coste o precio es proporcional a A^2 (600 mm = A), luego el precio será de $K \times A^2 = K \times 600^2 = 360\ 000 \text{ K}$

Aplicamos la fórmula de Gieskieng nuevamente donde:

f = Coeficiente = 0.00088 (finos eliminados y mandíbulas acanaladas)

ρ_a = Densidad aparente = $2.6 \times 0.6 = 1.56 \text{ gr/cm}^3$

W = Longitud de la boca de alimentación = 90 cm (900 mm)

r = Reglaje = 6 cm (60 mm)

t = Recorrido = $0.005 \times (A)^{0.80} = 0.005 \times (60)^{0.80} = 1.32 \text{ cm}$

A = 600 mm

n = velocidad rpm = 180 rpm

a = $1 + 0.03(26 - 26) = 1.00$

R = $D_{\text{max}} / A = 384.62 \text{ mm} / 600 \text{ mm} = 0.64$ (ver solución sobre Gráfica $u - R$)

$$\rightarrow u = 0.95$$

Ahora introducimos todos los valores calculado en la expresión de Gieskieng para tener que:

$$T = 0.000088 \cdot 1.56 \cdot 90 \cdot 6 \cdot 1.32 \cdot 180 \cdot 1 \cdot 0.95 = 16.73 \text{ t/h}$$

Por lo que para la cantidad a tratar de 124.86 t/h necesitaremos:

$$(124.86 \text{ t/h}) / (16.73 \text{ t/h}) = 7.46, \text{ es decir unas 8 trituradoras.}$$

Luego el precio total será de

$$360\ 000\ k \times 8 = 2\ 880\ 000\ k$$

Luego la oferta de la 3ª machacadora es la mejor oferta en precio, por lo tanto se elige este modelo finalmente.

Cálculo de la potencia motor exigida para la trituradora secundaria seleccionada

Para el cálculo de la potencia motor se calcula la capacidad que será necesaria procesar por cada una de las once trituradoras secundaria, es decir:

$$T_{\text{trituradora secundaria}} = 124.86\ t/h / 11 = 11.35\ t/h$$

Aplicamos la fórmula de Bond del trabajo necesario, pero antes hay que calcular el D_{80} de la alimentación que entra a la trituradora secundaria y para ello se puede establecer la siguiente relación:

$$100\% D_{\text{max}} \rightarrow 384.62\ mm$$

$$60\% D_{\text{max}} \rightarrow x\ mm$$

Obteniéndose $x = 230.77\ mm$ (D_{80}) que en micras vale 230 770.

El d_{80} es igual a 69.23 mm = 69 230 micras (previamente calculado).

Por lo que se tendría:

$$W = 10 \cdot 11 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{69230}} - \frac{1}{\sqrt{230770}} \right) = 0.19\ Kw.h/sht$$

1 tonelada corta equivale a 907 toneladas métricas, luego:

$$907\ Kg \rightarrow 0.19\ Kw.h$$

$$1000\ Kg \rightarrow y$$

Obteniéndose $y = 0.21\ Kw.h/tm$

E.T.S. INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS Y DE INGENIERÍA DE MINAS
EJERCICIOS RESUELTOS DE TECNOLOGÍA MINERALÚRGICA

Potencia $0.21 \text{ Kw.h/tm} \times 11.35 \text{ t/h} = 2.37 \text{ Kw}$, por lo cual el motor deberá proporcionar una potencia doble de $2 \times 2.37 \text{ Kw} = 4.74 \text{ Kw}$ y siendo $1 \text{ C.V.} = 0.736 \text{ Kw}$ entonces la potencia motor será de 6.44 C.V.