



INGENIERÍA EN MINAS Y METALURGIA

MANUAL DE PRÁCTICAS DE METALURGIA I.



ÍNDICE

PRACTICA 1	Muestreo.....	2
PRÁCTICA 2	Determinación del contenido de humedad.....	5
PRÁCTICA 3	Análisis de cribas.....	7
PRÁCTICA 4	Determinación del índice de trabajo de trituración.....	9

PRÁCTICA 1

MUESTREO

Objetivo: El alumno será capaz de tomar una muestra representativa de un mineral dado, con la finalidad de conocer sus leyes.

Introducción: Esta práctica proporcionará a los estudiantes el conocimiento, habilidades y destrezas para poder reducir de tamaño y peso una muestra con la finalidad de llegar a tener una muestra representativa de la población inicial y enviarla al laboratorio de análisis químico para conocer los contenidos metálicos que interesan y así poder inferir la ley media de la población.

Equipo y material que se utiliza:

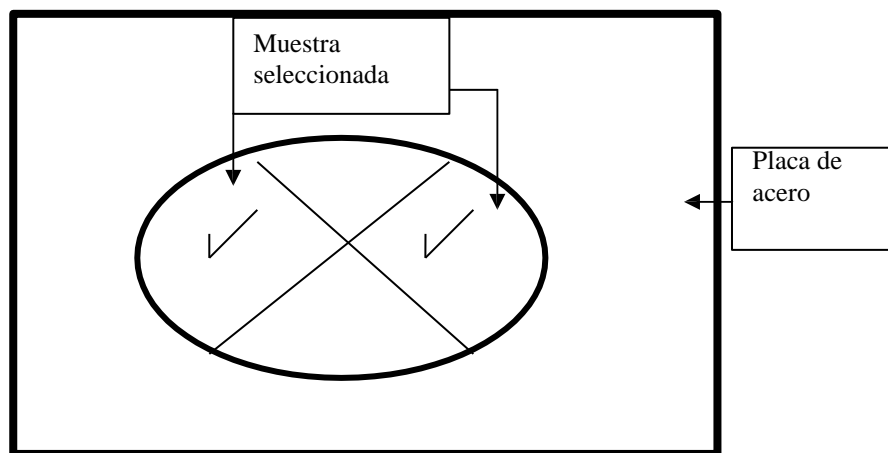
- Quebradoras (quijada, cono, pulverizador)
- Cortadores Jones
- Placa de acero
- Balanza
- Charolas
- Recipientes grandes
- Pala
- Espátula
- Hules
- Brochas
- Malla de 1 1/2 plg. y la malla # 100
- Bolsas de muestreo

Mineral: Una muestra de mineral con un peso aproximado de 25 Kg. y que tenga un tamaño de partícula menor a 1 ½ plg.

Procedimiento:

1. Se procede a limpiar con aire comprimido todos los materiales y equipos que se van a utilizar, con la finalidad de que la muestra que se va a tomar no se contamine con otros elementos químicos extraños a ella.
2. Se debe de asegurar que la muestra este en su totalidad a un tamaño menor a 1 ½ pulgada, en dado caso de que existan partículas mayores que este tamaño se trituran en la quebradora de quijada, la cual tiene un tamaño de 5 x 6 plg. si existen partículas de mineral más grandes que la admisión a la quebradora se tienen que reducir con marro al tamaño de alimentación de la máquina.
3. Se coloca la muestra sobre la placa de acero y con una pala se procede a homogenizarla, después de que esté perfectamente homogenizada se procede a extenderla en forma de círculo, después de esto con la pala se procede a cortar la muestra en forma de cruz y se toman como muestra dos lados opuestos, siendo esta muestra la que representa el 50% de la muestra inicial la que

servirá para continuar la práctica. La muestra que queda se almacena en una cubeta o costal debidamente identificado.



4. El siguiente paso es reducir de tamaño la muestra al 100% menor a $\frac{3}{4}$ de pulgada utilizando una criba de este tamaño y la quebradora de quijada que tiene una admisión de 3 x 4 pulgadas, se procede a pasar toda la muestra por esta quebradora. Esta operación se repite varias veces hasta que todo el mineral tenga el tamaño deseado.

5. Toda la muestra reducida de tamaño se pasa a un cortador Jones para reducirla de peso o volumen. Este paso se repite varias veces hasta tener un peso aproximado de 3 kg. de muestra, ya que en cada paso la muestra se reducirá en un 50% de su peso.

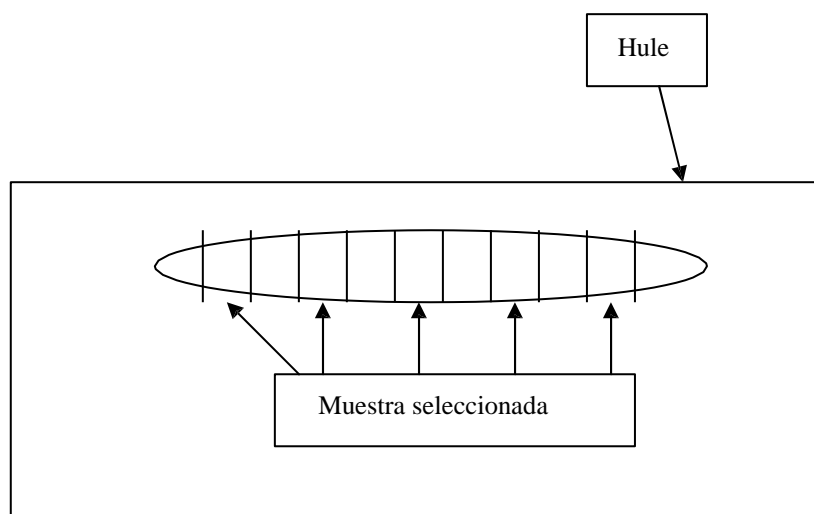
6. El siguiente paso es reducir de tamaño la muestra al 100% menor a la malla # 8, utilizando una criba de este tamaño y la quebradora de cono, se procede a pasar toda la muestra por esta quebradora. Esta operación se repite varias veces hasta que todo el mineral tenga el tamaño deseado.

7. Después de tener la muestra a un tamaño menor de la malla # 8 se procede otra vez a reducirla de peso al utilizar un cortador Jones de un tamaño menor que el que se utilizó en el paso No 5. Este paso se repite varias veces hasta lograr un peso aproximado de 500 gr., ya que en cada paso la muestra se reducirá en un 50% de su peso.

8. El siguiente paso es reducir de tamaño la muestra al 100% menor a la malla # 100, utilizando una criba de este tamaño y el pulverizador, se procede a pasar toda la muestra por el pulverizador. Esta operación se repite varias veces hasta que todo el mineral tenga el tamaño deseado.

9. Se pone la muestra en un hule con la finalidad de homogenizarla, después de que con el hule, se ha extendido la muestra en forma tubular, se procede a hacer cortes homogéneos con una espátula, se desecharan las dos orillas y luego se tomara una parte de muestra como buena y la siguiente no y así sucesivamente, esto se hace con la finalidad de reducir la

muestra de peso, por lo que hay que repetir este paso varias veces hasta lograr tener una muestra con un peso aproximado menor de 100 gr.



10. Estos 100 gr. de muestra que tienen un tamaño de partícula a menos cien mallas, se colocan en una bolsa de papel especial para muestras y se envía al laboratorio químico para su ensaye. Hay que tener en cuenta que en la bolsa hay que identificar bien la muestra e incluir los elementos químicos que se desean para su análisis químico.

Resultado:

Se anotará en esta parte los resultados de los ensayos que determinó el laboratorio químico para esa muestra.

PRÁCTICA 2

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Objetivo: Determinar el contenido de humedad que contiene una muestra de mineral.

Introducción: Esta práctica proporcionará a los estudiantes los conocimientos y habilidades para conocer el contenido de humedad que tiene una muestra de mineral o concentrado, ya que en la preparación mecánica de los minerales es importante saber cuánta agua tiene una muestra.

Equipo y material que se utiliza:

4. Secador
5. Balanza
6. Charolas
7. Termómetro
8. Espátula

Mineral: Se recomienda utilizar una muestra de mineral que contenga humedad y tenga un peso aproximado de 1 Kg,

Procedimiento:

1. Se procede a limpiar con aire comprimido todos los materiales y equipos que se van a utilizar, con la finalidad de que la muestra que se va a tomar no se contamine con otros elementos químicos extraños a ella.
2. Se toma una charola y se pone en la balanza con la finalidad de conocer su peso, a este peso se le llama la tara de la charola.
3. Se coloca la muestra en estudio en la charola. Se debe tener en cuenta que la muestra deberá contener humedad.
4. Se coloca la charola con la muestra en la balanza y se procede a pesarla. Este peso lo llamaremos peso de muestra total en húmedo, (Wth).
5. Se coloca la charola con la muestra dentro del secador. Hay que verificar que la temperatura máxima del secador no sobrepase los 100°C. Hay que dejar la muestra en el interior del secador el tiempo suficiente para que toda la humedad que contenga se evapore, por lo general se puede dejar de un día a otro.
6. Se saca de la muestra del secador y se verifica con una espátula de que ésta no contenga humedad.
7. Se coloca la charola con la muestra en la balanza y se procede a pesarla, este peso lo llamaremos peso de la muestra total en seco (Wts).

Cálculos:

$$\text{Peso en húmedo (Wh)} = Wth - \text{tara de la charola}$$

Peso en seco (W_s) = W_{ts} – tara de la charola

$$CONTENIDO DE HUMEDAD (\%) = \frac{W_h - W_s}{W_h} \times 100$$

Resultados:

Se anotará en esta parte el resultado del cálculo anterior y se indicará como porcentaje el contenido de humedad.

PRÁCTICA 3

ANÁLISIS DE CRIBAS

Objetivo: El alumno será capaz de realizar un análisis de cribas de una muestra de mineral y hacer su representación gráfica y analizar como se distribuyen de tamaño las partículas por los métodos que se tratan en el

capítulo 4 del contenido programático de esta materia.

Introducción: Esta práctica proporcionará a los estudiantes los conocimientos, habilidades y la capacidad de análisis para determinar como se encuentran distribuidas de tamaño las partículas integrantes de una muestra, utilizando los diferentes métodos, tanto gráficos como matemáticos, para realizar este análisis.

Equipo y material que se utiliza:

- 9. Balanza
- 10. Charolas
- 11. Columna de tamices
- 12. Ro-Tap
- 13. Brochas

Mineral: Se recomienda utilizar una muestra de mineral que tenga un peso superior a 500 gr. a 1500 gr.

Procedimiento:

1. Se procede a limpiar con aire comprimido todos los materiales y equipos que se van a utilizar, con la finalidad de que la muestra que se va a tomar no se contamine con otros elementos químicos extraños a ella.
2. Se analiza el mineral con la finalidad de conocer el tamaño máximo y mínimo de partícula que se tiene, este paso nos dará los cedazos superior e inferior de la columna de cribas a utilizar.
3. Del tamaño superior e inferior determinado del paso anterior, se procede a seleccionar la columna de cedazos que se debe utilizar. Se deberá tomar en cuenta la cantidad de cedazos que pueda admitir el Ro-Tap.
4. Se procede a limpiar de impurezas la columna de cedazos seleccionados y las charolas que se van a utilizar, esto se consigue utilizando aire comprimido.
5. Se toma una charola y se procede a pesarla para conocer su peso en vacío (tararla). Hay que anotar este peso.
6. Se pone la muestra en estudio en la charola previamente pesada y se procede a pesar la muestra. Hay que anotar el peso total de la muestra, recordando que hay que restarle el peso de la charola.
7. Se hace el arreglo de la columna de tamices, cuidando de que queden ordenados del tamaño de abertura más fino al más grande. El tamaño fino deberá colocarse en la parte inferior de la columna y el más grande en la parte superior.

8. Se deberá colocar a la columna su recipiente en el fondo y su tapadera en la parte superior.
9. Se coloca la muestra en estudio en el tamiz superior y se coloca la tapadera. Se coloca toda la columna de tamices en el Ro-Tap y se procede a encenderlo. Hay que darle al Ro-Tap el tiempo suficiente para que todas las partículas tengan la oportunidad de pasar por el cedazo.
10. Se apaga el Ro-Tap, se retira la columna de cedazos y se procede a pesar el material que quedo en cada cedazo. Se debe utilizar para pesar el material la charola anteriormente tapada.
11. Se van anotando el peso del material que se encuentra en cada cedazo en el formato correspondiente y estos pesos se colocan en la columna de **peso retenido**. Hay que tomar en cuenta que al peso que marca la balanza se debe restar el peso de la charola.

Cálculos:

Se procede a realizar los cálculos relativos para llenar la tabla de análisis de cribas, siendo estos cálculos el % peso retenido y el % peso acumulado de finos. También se realizaran los cálculos y gráficas para determinar el análisis de cribas por los métodos Rosin-Rambler y Schuhmann.

Resultados:

Este resultado será la tabla, gráficas y cálculos mencionados anteriormente y la determinación del tamaño 80.

PRÁCTICA 4

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE TRABAJO EN TRITURACIÓN

Objetivo: Por medio de esta práctica el alumno aprenderá a utilizar el equipo de trituración y de análisis de cribas, para poder definir una de las características físicas de los minerales como es su dureza, al ser capaz de determinar el índice de trabajo de un mineral dado, en equipo de trituración.

Introducción: El índice de trabajo en trituración es uno de los parámetros más relevantes para el cálculo y selección de equipo de reducción de tamaño en el procesamiento de los minerales, debido a que con este índice se utiliza para seleccionar el tamaño de equipo necesario y la cantidad de energía que se consume al reducir de tamaño una partícula, desde un tamaño inicial F a un tamaño final P. Es así que con esta práctica se proporcionará a los estudiantes el conocimiento, habilidades y destrezas para poder utilizar el equipo de

trituration y de análisis de cribas, con la finalidad de obtener la información

necesaria para poder calcular el índice de trabajo del mineral en estudio.

Equipo y material que se utiliza:

- Quebradora de cono
- Ro-Tap
- Series de tamices
- Volt-Amperímetro
- Balanza
- Cronómetro
- Charolas
- Recipientes grandes

Mineral: Una muestra de mineral con un peso aproximado de 25 Kg. y que tenga un tamaño de partícula superior a 1 ½ plg,

Procedimiento:

1. Se procede a limpiar con aire comprimido todos los materiales y equipos que se van a utilizar, con la finalidad de que la muestra que se va a tomar no se contamine con otros elementos químicos extraños a ella.
2. Se debe de asegurar que la muestra este en su totalidad a un tamaño superior a 3/8 plg. Para asegurar esto, se pasa toda la muestra por el cedazo de esta medida con la finalidad de quitarle todos los finos que traiga.
3. Se coloca la muestra en una charola, la cual ha sido previamente tarada, para conocer el peso total de la muestra en estudio. A este peso le llamamos p.
4. Se procede a tomar una muestra representativa de este mineral por medio del procedimiento descrito en la práctica No 1 "MUESTREO", esta muestra debe de contener un peso aproximado de 1000 gr. Para tomar esta muestra solo hay que ir reduciendola de peso.
5. A la muestra representativa hay que realizarle un análisis de cribas de acuerdo al procedimiento descrito en la práctica No 3. Esta prueba nos será útil

para determinar el tamaño por el cuál pasa el 80% de las partículas antes de la trituración. A esta variable le llamaremos F₈₀.

6. Antes de iniciar a triturar la muestra hay que conocer, por medio de la placa del motor de la quebradora, con cuantas fases trabaja el motor de la quebradora y se anota con la variable ϕ .

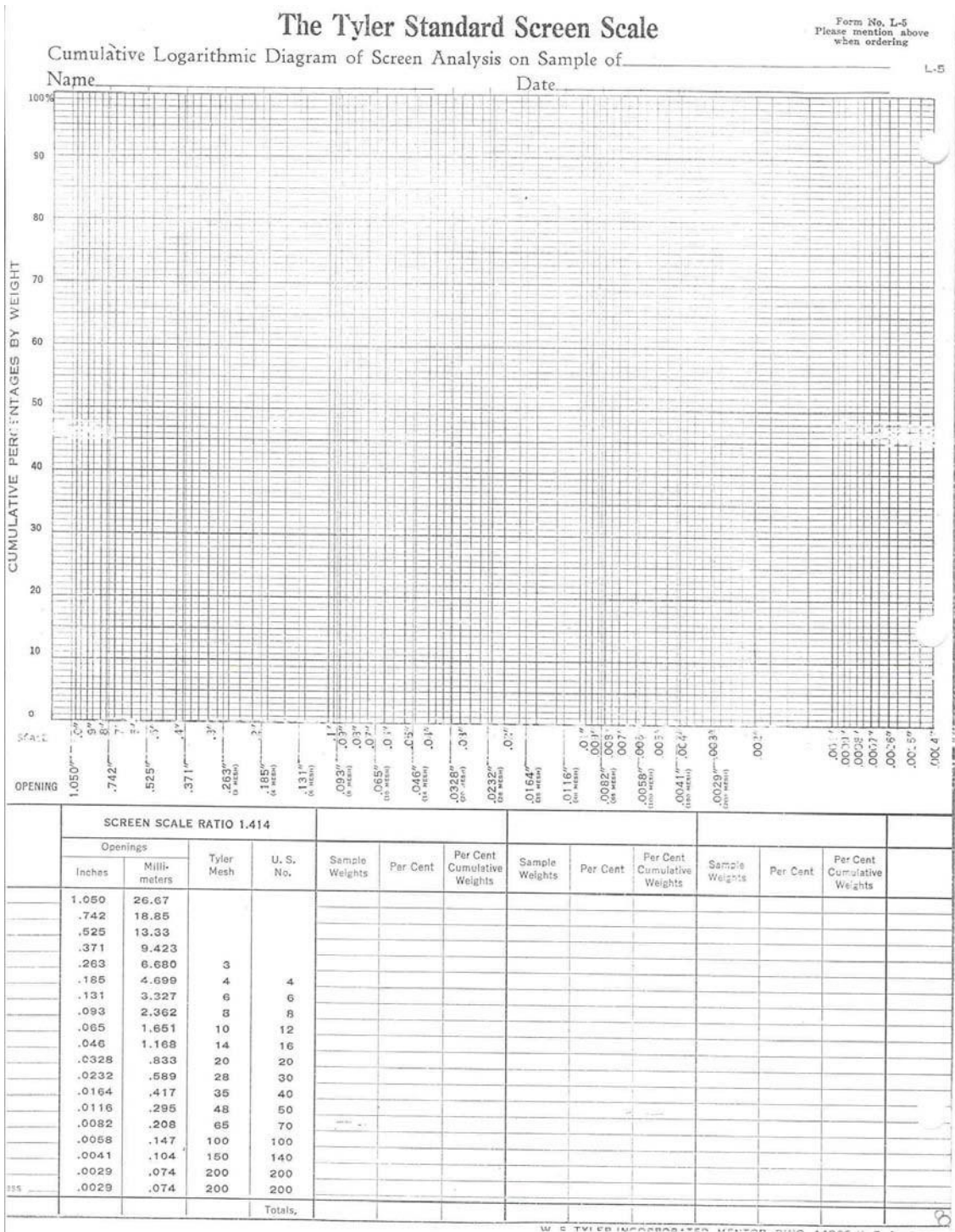
7. Se pone a trabajar la quebradora sin carga y se coloca el amperímetro para medir el voltaje que se está trabajando y la cantidad de corriente consumida por la quebradora en vacío. Se anotan estos datos de las variables con la letra V (Volts) y I_o (Amperes iniciales).

8. Se procede a triturar el 100% del peso del mineral, tomando en cuenta lo siguiente:

- Al inicio de la trituración se debe de poner el cronómetro a trabajar, ya que es necesario medir el tiempo total que dura todo el mineral en triturarse.
Hay que anotar esta variable con la letra t (tiempo en segundos).
- Durante todo el proceso de trituración se deberá medir varias veces la cantidad de corriente consumida y se anotarán como I₁, I₂, I₃, I_n, ya que al final hay que determinar la cantidad de corriente consumida en la etapa de trituración y esta será el promedio aritmético de todas las corrientes anteriores.
- Es muy importante cuidar que cuando se está alimentando el mineral a la quebradora, este no sea demasiado ya que se puede provocar que se atore (atragante). Se deberá hacer la alimentación a la quebradora de una manera constante, o sea, que siempre esté fluyendo la misma cantidad de mineral.

9. Después de la trituración del mineral se procede a tomar una muestra representativa con un peso aproximado de 1000 gr. La toma de la muestra se debe realizar por el procedimiento descrito en la práctica No 1 de "MUESTREO". Para tomar esta muestra solo hay que ir reduciéndola de peso.

10. A la muestra representativa hay que realizarle un análisis de cribas de acuerdo al procedimiento descrito en la práctica No 3. Esta prueba nos será útil para determinar el tamaño por el cuál pasa el 80% de las partículas después de la trituración. A esta variable se le llamará P₈₀.



The Tyler Standard Screen Scale

Form No. L-4
Please mention above
when ordering

Cumulative Direct Diagram of Screen Analysis on Sample of _____

Name _____ Date _____

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

ALL 1/16" INCHES MESH

SCREEN SCALE RATIO 1.414

SCREEN SCALE RATIO 1.414												
Openings		Tyler Mesh	U. S. No.	Sample Weights	Per Cent	Per Cent Cumulative Weights	Sample Weights	Per Cent	Per Cent Cumulative Weights	Sample Weights	Per Cent	Per Cent Cumulative Weights
Inches	Milli-meters											
1.050	26.67											
.742	18.85											
.525	13.33											
.371	9.423											
.263	6.680	3										
.185	4.699	4	4									
.131	3.327	6	6									
.093	2.362	8	8									
.065	1.651	10	12									
.046	1.168	14	16									
.0328	.833	20	20									
.0232	.589	28	30									
.0164	.417	35	40									
.0116	.295	48	50									
.0082	.208	65	70									
.0056	.147	100	100									
.0041	.104	150	140									
.0029	.074	200	200									
Pass	.0029	.074	200									
Totals,												

W. S. TYLER, INCORPORATED, MENTOR, OHIO, 44060 U. S. A. 8-75

Cálculos:

Hay que registrar los datos obtenidos.

p = El peso de la muestra que se trituró, en kg. V= El voltaje suministrado por el motor, en volts

I₁= La cantidad de corriente, en amperes, que consume la quebradora cuando está trabajando vacía.

- I_2 = La cantidad de corriente en amperes que consume la quebradora cuando esta triturando, esta corriente es el promedio aritmético de las medidas de corriente que se tomaron cuando se trituró el mineral.
- \emptyset = Número de fases que se indica en la placa del motor de la quebradora.
- t = Tiempo que se empleo para triturar todo el mineral y se mide en minutos.
- $F80$ = Tamaño en micras por la cual pasa el 80 % del mineral alimentado a la quebradora.
- $P80$ = Tamaño en micras por el cual pasa el 80 % del mineral descargado por la quebradora.

1. Cálculo para obtener la corriente consumida por la quebradora cuando se encuentra triturando. (I_2)
2. Cálculo del tonelaje que tritura la quebradora en toneladas cortas por hora. (Tc/hr). Primero hay que convertir el peso del mineral (p) a toneladas cortas y el tiempo consumido en la trituración (t) hay que transformarlo a horas.

$$Tonelaje = Tn = \frac{P}{t} = Tc/Hr$$

3. Cálculo de la potencia consumida por la quebradora (P) en kilowatts (kw).

$$Potencia = P = \frac{V(I_2 - I_1)\sqrt{\emptyset}}{1000} = Kw$$

4. Cálculo de la energía consumida por la quebradora para triturar una tonelada corta por hora (W) en kilowatts hora por tonelada corta.

$$Energía = W = \frac{P}{Tn} = KwHr/Tc$$

5. Cálculo del índice de trabajo (Wi) en kilowatts hora por tonelada corta.

$$Wi = \frac{W}{\left[10 \frac{1}{\sqrt{P80}} - \frac{1}{\sqrt{F80}}\right]} = KwHr/Tc$$

Resultados:

Este resultado será el que se obtenga al calcular Wi .

