



1. GAIA: ERREGAI SOLIDOAK

JARDUERA PRAKTIKOAK (EBAZPENA)

Maite de Blas Martín
Aitziber Iriondo Hernández
Blanca M^a Caballero Iglesias

Bilboko Ingeniaritza Eskola
Ingeniaritza Kimikoa eta Ingurumenaren Ingeniaritza

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

JARDUERA PRAKTIKOEN EBAZPENA

I) Zenbakizko ariketak:

1.1 eta 1.2 ariketak



Lizentzia publikoan Pixabay
webgunean argitaratutako
irudia [\[1\]](#)

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.1 ARIKETA. EMAITZA (I)

a) A eta B ikatzen sailkapena.

ASTM sailkapena. Sailkapenerako parametroak ondokoak dira:

Materia lurrunkorra: ML (*dmmf*)

Berotze-ahalmena: GBA (*mmf*)

Erreferentzia moduan hartzen den oinarria aldatzeko (*ar* oinarritik *dmmf* eta *mmf* oinarria), beharrezkoa da ikatzaren materia mineralaren edukia (MM) jakitea, horretarako Parr ekuazioa abiapuntu bezala hartzen da:

$$\text{MM (\%)} = 1,08 \cdot A + 0,55 \cdot S$$

MM: % materia minerala

A: % errautsak

S: % S

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.1 ARIKETA. EMAITZA (II)

▪ **A ikatza:**

$$MM(ar) = 1,08 \cdot 9,7 + 0,55 \cdot 4 = \% 12,7$$

$$ML(dmmf) = 32,5 \cdot \frac{100}{100 - 7 - 12,7} = \% 40,5 \quad \Rightarrow \quad ML(dmmf) > \% 31$$

$$GBA(mmf) = 6116 \cdot \frac{100}{100 - 12,7} = 7005,7 \text{ kcal/kg} \quad \Rightarrow \quad GBA(mmf): \\ 6110 < GBA < 7220 \text{ kcal/kg}$$

1.A taularen arabera (ASTM sailkapena), A ikatza izan daiteke:

Bituminosoa C, materia lurrunkorraren eduki altukoa edo

Azpibituminosoa A

Beraz arragoaren puzte-indizearen balioa aurkitzea beharrezkoa da:

$$\text{Arragoaren puzte-indizea} = 1 \xrightarrow{\text{1.A taula}} \boxed{\text{Azpibituminosoa A}}$$

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.1 ARIKETA. EMAITZA (III)

- B ikatza:

$$MM (ar) = 1,08 \cdot 8,1 + 0,55 \cdot 1 = \% 9,3$$

$$ML(dmmf) = 21,7 \cdot \frac{100}{100-4,2-9,3} = \% 25,1 \quad \rightarrow \quad ML (dmmf): \% 22 < ML < \% 31$$

1.A taularen arabera (ASTM sailkapena), B ikatza izango da:

Bituminosoa, materia lurrunkorraren bitarteko edukikoa

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.1 ARIKETA. EMAITZA (IV)

Nazioarteko sailkapena. Sailkapen honetarako parametroak ondokoak dira:

- Materia lurrunkorra: ML (daf)
- Berotze-ahalmena: GBA (af)

Dagokion oinarri-aldaketa egiten da, *ar* oinarritik *daf* eta *af* oinarrira:

▪ **A ikatza:**

$$ML(daf) = 32,5 \cdot \frac{100}{100-7-9,7} = \% 39,0$$



$$ML(daf) > \% 33$$

$$GBA(af) = 6116 \cdot \frac{100}{100-9,7} = 6773,0 \text{ kcal/kg}$$



$$GBA(af): 6100 < GBA < 7200$$

1.B taula



Klasea: 8

Arragoaren puzte-indizea = 1  1.B taula

Gray-King saiakuntza = D mota  1.B taula

Taldea: 1

Azpitaldea: 1

811

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.1 ARIKETA. EMAITZA (V)

- B ikatza:

$$ML(daf) = 21,7 \cdot \frac{100}{100-4,2-8,1} = \% 24,7 \quad \longrightarrow \quad \begin{array}{l} ML(daf): \\ \% 28 < ML < \% 20 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{1.B taula} \\ \longrightarrow \end{array} \quad \text{Klasea: 4}$$

Arragoaren puzte-indizea = 5 $\xrightarrow{\text{1.B taula}}$ **Taldea: 3**

Gray-King saiakuntza = G₅ mota $\xrightarrow{\text{1.B taula}}$ **Azpitaldea: 4**

434

- b) Ikatzak maila handienetik txikienera ordenatu.

A ikatza < B ikatza

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.2 ARIKETA. EMAITZA (I)

a) Berehalako analisia (*ar*)

Hezetasuna = % 2,3

Errautsak = % 5,8

Materia Lurrunkorra = % 35,0

Karbono finkoa (diferentziaz) = % 56,9

Analisi elementala (*ar*)

C = % 78,1

H = % 5,1

N = % 0,9

S = % 0,9

O (diferentziaz) = % 6,9



Analisiak ikatza jaso den bezala (ar) adierazita daudenez, % O kalkulatzeko beharrezkoa da hezetasunaren eta errautsen ehunekoak kontuan hartzea.

$$\% O = 100 - \% C - \% H - \% S - \% N - \% \text{ hezetasuna} - \% \text{ errautsak}$$

1.2 ARIKETA. EMAITZA (II)

ASTM sailkapena. Sailkapen honetarako parametroak ondokoak dira:

- Materia lurrunkorra: ML (*dmmf*)
- Berotze-ahalmena: GBA (*mmf*)

Erreferentzia moduan hartzen den oinarria aldatzeko (*ar* oinarritik *dmmf* eta *mmf* oinarrira), beharrezkoa da ikatzaren materia mineralaren edukia (MM) jakitea, horretarako Parr ekuazioa abiapuntu bezala hartzen da:

$$\text{MM (\%)} = 1,08 \cdot A + 0,55 \cdot S$$

MM: % materia minerala
A: % errautsak
S: % S

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.2 ARIKETA. EMAITZA (III)

$$MM(ar) = 1,08 \cdot 5,8 + 0,55 \cdot 0,9 = \% 6,8$$

$$ML(dmmf) = 35,0 \cdot \frac{100}{100 - 2,3 - 6,8} = \%38,5 \quad \Rightarrow \quad ML(dmmf) > \% 31$$

$$GBA(mmf) = 7371 \cdot \frac{100}{100 - 6,76} = 7905,4 \text{ kcal/kg} \quad \Rightarrow \quad GBA(mmf) > 7780 \text{ kcal/kg}$$

1.A taularen arabera (ASTM sailkapena), B ikatza izango da:

Bituminosoa A, materia lurrunkor eduki altukoa

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.2 ARIKETA. EMAITZA (IV)

Nazioarteko sailkapena. Sailkapen honetarako parametroak ondokoak dira:

- Materia lurrunkorra: ML (daf)
- Berotze-ahalmena: GBA (af)

Dagokion oinarri-aldaketa egiten da, *ar* oinarritik *daf* eta *af* oinarrira:

$$ML(daf) = 35,0 \cdot \frac{100}{100-2,3-5,8} = \% 38,1$$

$$\Rightarrow MV(daf) > \% 33$$

$$GBA(af) = 7371 \cdot \frac{100}{100-5,8} = 7824,8 \text{ kcal/kg}$$

$$\Rightarrow GBA(af) > 7550 \text{ kcal/kg}$$

1.B taula



Klasea: 6

Arragoaren puzte-indizea = 2 $\xrightarrow{1.B \text{ taula}}$

Taldea: 1

Gray-King saiakuntza = E mota $\xrightarrow{1.B \text{ taula}}$

Azpitaldea: 2

612

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.2 ARIKETA. EMAITZA (V)

b) Beheko berotze-ahalmenaren kalkulua:

$$BBA = GBA - \lambda_{\text{kondentsazio}} \cdot \frac{9[H] + w}{100} \quad (\text{kcal/kg})$$

\downarrow
 584 kcal/kg ur-lurrun (25°C)
 (Collieu eta Powney, 1977)

→ % Hikatza
 % w (hezetasuna) ikatza
 → kg ur-lurrun/kg ikatz

$$BBA (\text{ar}) = 7371 \text{ kcal/kg} - 584 \text{ kcal/kg (H}_2\text{O)} \cdot \frac{9 \cdot 5,1 + 2,3}{100} \text{ kg (H}_2\text{O)} = 7089,5 \text{ kcal/kg}$$

Dulong formula

$$GBA = 81 (\%C) + 340 \left(\%H - \frac{\%O}{8} \right) + 22 (\%S) \quad (\text{kcal/kg})$$

%C, %H, %S: ikatz lehorraren ehunekoak pisuan

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.2 ARIKETA. EMAITZA (VI)

Analisi elementalaren parametroei (C, H, O eta S) dagokien oinarri aldaketa egin behar da, (ar) oinarritik (d) oinarrira:

$$C(d) = 78,1 \cdot \frac{100}{100-2,3} = \% 79,9$$

$$H(d) = 5,1 \cdot \frac{100}{100-2,3} = \% 5,2$$

$$O(d) = 6,9 \cdot \frac{100}{100-2,3} = \% 7,1$$

$$S(d) = 0,9 \cdot \frac{100}{100-2,3} = \% 0,9$$

$$GBA(d) = 81 \cdot 79,9 + 340 \left(5,2 - \frac{7,1}{8} \right) + 22 \cdot 0,9 = 7958,0 \text{ kcal/kg}$$

$$BBA = GBA - \lambda_{\text{kondentsazio}} \cdot \frac{9[H] + w}{100}$$

(kcal/kg)

584 kcal/kg ur-lurrin (25°C)
(Collieu eta Powney, 1977)

kg ur-lurrin/kg ikatz

% Hikatza
% w (hezetasuna) ikatza

$$BBA(d) = 7958,0 \text{ kcal/kg} - 584 \text{ kcal/kg (H}_2\text{O)} \cdot \frac{9 \cdot 5,2}{100} \text{ kg (H}_2\text{O)/kg} = 7684,7 \text{ kcal/kg}$$

IKATZEN SAILKAPENARI BURUZKO ARIKETAK

1.2 ARIKETA. EMAITZA (VII)

c) Lortutako beheko berotze-ahalmenaren bi balioak alderatuz, (d) oinarrian:

- Datu esperimentaletik lortutako emaitza:

$$\text{BBA(ar)} = 7089,5 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{BBA(d)} = 7089,5 \cdot \frac{100}{100-2,3} = 7256,4 \text{ kcal/kg}$$

- Dulong formulatik lortutako emaitza:

$$\text{BBA(d)} = 7684,7 \text{ kcal/kg}$$

Beraz, errorearen kalkulua:

$$\frac{7684,7 - 7256,4}{7684,7} \cdot 100 = \% 5,6 \quad \rightarrow \quad \boxed{\text{Errorea \% 5,6koa da}}$$