

**Pasar de fórmula de carga a análisis químico del esmalte cocido, en peso.****Cálculos**

Realizaremos los cálculos para dos tipos de fórmulas de carga:

- A. Fórmula de carga compuesta solo por materias primas con fórmula molecular conocida.**
- B. Fórmula de carga compuesta por algunas materias primas, fritas y/o arcillas, de las que se conoce su análisis químico en peso.**

**A). Fórmula de carga compuesta solo por materias primas con fórmula molecular conocida.**

Este primer caso es bastante habitual en esmaltes de gres artístico o porcelana, donde no es frecuente emplear fritas.

Se emplea la fórmula molecular de cada materia prima, lo que equivale a suponer que estas son puras. Si esta suposición es inaceptable en alguna materia prima, debe emplearse su análisis químico.

**Ejemplo:**

Esmalte de gres nº 2 (1280 °C).

Materia prima	Peso en la composición (g)
Feldespato sódico	48
Cuarzo	22
Dolomita	17
Carbonato cálcico	9
Óxido de estaño	4

Procedimiento operativo:

- Se construye una tabla "materias primas/óxidos" como la siguiente. Fíjate que las columnas de los óxidos corresponden a todos los óxidos que aportan las materias primas que usas en la composición

Materia prima	Peso en la composición (g)	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SnO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>
Feldespato sódico	48						
Cuarzo	22						
Dolomita	17						
Carbonato cálcico	9						
Óxido de estaño	4						
<b>Total (g)</b>							

2. Para cada materia prima, calcula el peso de cada óxido aportado. Para ello puedes utilizar la siguiente fórmula:

$$P_{ox} = \frac{n \cdot PM_{ox}}{PM_{mp}} \cdot p_{mp}$$

En la que:

- $P_{ox}$  : Peso de óxido aportado por la materia prima (g)  
 $n$  : Número de moles de cada óxido en la fórmula molecular.  
 $PM_{ox}$  : Peso molecular del óxido (g/mol).  
 $PM_{ox}$  : Peso molecular de la materia prima(g/mol).  
 $p_{mp}$  : Peso de la materia prima en la fórmula de carga (g).

Por ejemplo, para el feldespato sódico:

Su fórmula molecular es:  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$   
 Su peso molecular es **524,42 g/mol**.

$$Peso Na_2O = \frac{1 \times 61,98}{524,42} \times 48 = 5,67 g$$

$$Peso Al_2O_3 = \frac{1 \times 101,96}{524,42} \times 48 = 9,33 g$$

$$Peso SiO_2 = \frac{6 \times 60,08}{524,42} \times 48 = 32,99 g$$

Materia prima	Peso en la composición (g)	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SnO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>
Feldespato sódico	48	5,67	-	-	9,33	-	32,99
Cuarzo	22	-	-	-	-	-	22,00
Dolomita	17	-	5,17	3,72	-	-	-
Carbonato cálcico	9	-	5,04	-	-	-	-
Óxido de estaño	4	-	-	-	-	4	-
<b>Total (g)</b>		<b>5,67</b>	<b>10,21</b>	<b>3,72</b>	<b>9,33</b>	<b>4,00</b>	<b>54,99</b>



Fíjate que no hemos puesto la columna correspondiente al CO<sub>2</sub> aportado por la dolomita y el carbonato cálcico, ya que este se corresponde a pérdidas durante la cocción, y el análisis químico que estamos calculando es el del esmalte ya cocido.

3. En la anterior tabla tienes, **en rojo**, el peso de cada óxido presente en la composición del esmalte tras la cocción, por lo que puedes calcular fácilmente el porcentaje en peso:

Por ejemplo, para el SiO<sub>2</sub>:

$$\% SiO_2 = \frac{54,99}{87,92} \times 100 = 62,55\%$$

Óxido	Peso el esmalte cocido (g)	%
SiO <sub>2</sub>	54,99	62,55
SnO <sub>2</sub>	4,00	4,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,33	10,61
MgO	3,72	4,23
CaO	10,21	11,61
Na <sub>2</sub> O	5,67	6,45
<b>Total (g)</b>	<b>87,92</b>	<b>100</b>



Observa que de cada **100 g** de esmalte crudo quedan **87,92 g** de esmalte cocido. El resto (12,08 g) corresponde a CO<sub>2</sub> procedente de la descomposición de la dolomita y el carbonato cálcico por efecto del calor.

- B). Fórmula de carga compuesta por algunas materias primas, fritas y/o arcillas, de las que se conoce su análisis químico en peso.**

Este segundo caso es frecuente en engobes o en esmaltes fritos empleados en alfarería, mayólica, loza etc. generalmente a temperaturas inferiores a 1250 °C.

Se emplea la fórmula molecular de aquellas materias primas en las que sea posible su empleo sin ocasionar errores inaceptables en los cálculos y el análisis químico de arcillas, fritas, etc.

**Ejemplo:**

Esmalte frito nº 3 (1040 °C).

Materia prima	Peso en la composición (g)
Frita X/1	30
Frita bisilicato de plomo	40
Caolín	8
Feldespato sódico	10
Wollastonita	12

Conocemos los análisis químicos de las fritas y empleamos también las fórmulas moleculares de las demás materias primas.

En la siguiente tabla se muestran los análisis químicos de las fritas:

Óxido	Frita X/1	Frita Bisilicato de Pb
SiO <sub>2</sub>	11,8 %	34,4 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,8 %	1,5 %
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,0 %	---
PbO	57,4 %	64,1

Procedimiento operativo:

1. Se opera de inicio como en el caso A. Se construye una tabla “materias primas/óxidos”. Ten en cuenta los óxidos aportados por las fritas.

Materia prima	Peso en la composición (g)	Na <sub>2</sub> O	CaO	PbO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Frita X/1	30						
Frita bisilicato de plomo	40						
Caolín	8						
Feldespató sódico	10						
Wollastonita	12						
<b>Total (g)</b>							

2. Los pesos de los óxidos aportados por las materias primas para las que empleamos su fórmula molecular, se calculan como en el caso A. Los resultados los tienes en la siguiente tabla.

Materia prima	Peso en la composición (g)	Na <sub>2</sub> O	CaO	PbO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Frita X/1	30						
Frita bisilicato de plomo	40						
Caolín	8	-	-	-	3,16	-	3,72
Feldespató sódico	10	1,18	-	-	1,94	-	6,87
Wollastonita	12	-	5,79	-	-	-	6,21
<b>Total (g)</b>							

3. Para calcular los pesos de cada óxido aportado por las fritas, de las que conocemos su análisis químico, basta hacer una sencilla regla de tres para cada óxido.

Por ejemplo, para la frita bisilicato de plomo:

$$\text{Peso PbO} = \frac{64,1}{100} \times 40 = 25,64 \text{ g}$$

$$\text{Peso } Al_2O_3 = \frac{1,5}{100} \times 40 = 0,60 \text{ g}$$

$$\text{Peso } SiO_2 = \frac{34,4}{100} \times 40 = 13,76 \text{ g}$$

Quedando la siguiente tabla completa:

Materia prima	Peso en la composición (g)	Na <sub>2</sub> O	CaO	PbO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Frita X/1	30	-	-	17,22	0,54	8,70	3,54
Frita bisilicato de plomo	40	-	-	25,64	0,60	-	13,76
Caolín	8	-	-	-	3,16	-	3,72
Feldespató sódico	10	1,18	-	-	1,94	-	6,87
Wollastonita	12	-	5,79	-	-	-	6,21
<b>Total (g)</b>	<b>100</b>	<b>1,18</b>	<b>5,79</b>	<b>42,86</b>	<b>6,24</b>	<b>8,70</b>	<b>34,1</b>

4. De nuevo, en la anterior tabla tienes, **en rojo**, el peso de cada óxido presente en la composición del esmalte tras la cocción, por lo que puedes calcular fácilmente el porcentaje en peso:

Óxido	Peso el esmalte cocido (g)	%
SiO <sub>2</sub>	34,10	34,49
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,70	8,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,24	6,31
PbO	42,86	43,35
CaO	5,79	5,86
Na <sub>2</sub> O	1,18	1,19
<b>Total (g)</b>	<b>98,87</b>	<b>100</b>



Observa de nuevo, que de cada **100 g** de esmalte crudo quedan **98,87 g** de esmalte cocido. El resto (1,13 g) corresponde a H<sub>2</sub>O procedente de la descomposición del caolín por efecto del calor.