

## PRÁCTICAS EN CÁLCULO DE CARGA DE FUEGO

### Solución a la Práctica 1:

Se resuelve con la **fórmula general**.

- Se buscan los productos en la **Tabla 1.4** del Anexo I del RSCIEI:
  - Todos los productos aparecen en la tabla excepto LECHE.
  - En la tabla se indican los valores de poder calorífico de las sustancias por kg.
  - Se desconoce la masa de tres sustancias: ACEITE, LECHE, CARTÓN.
    - Se busca la densidad de estas sustancias, resultando:
      - Aceite, densidad:  $910 \text{ kg/m}^3$
      - Leche, densidad:  $1030 \text{ kg/m}^3$
      - Cartón ondulado para almacenaje, densidad media:  $50 \text{ kg/m}^3$
    - Se calcula la masa de las tres sustancias:
      - Aceite:  $G_i = 1 \text{ m}^3 \cdot 910 \text{ kg/m}^3 = 910 \text{ kg}$
      - Leche:  $G_i = 2,5 \text{ m}^3 \cdot 1030 \text{ kg/m}^3 = 2575 \text{ kg}$
      - Cartón:  $G_i = 10 \text{ m}^3 \cdot 50 \text{ kg/m}^3 = 500 \text{ kg}$
  - Para determinar el coeficiente  $C_i$  se adopta la recomendación de la **GTA** del RSCIEI, conforme al Catálogo CEA.
    - A todas las sustancias le corresponde  $C_i = 1,3$  (medio).
    - Puesto que hay dudas sobre el coeficiente del aceite (alto o medio) se consulta directamente el Catálogo CEA: GG: 4,  $C_i = 1,3$  (medio).
    - No hay datos de GG de la LECHE líquida.
  - Se considera que la LECHE líquida no aporta carga de fuego: no aparece en la tabla 1.2, ni en la tabla 1.4 ni en el Catálogo CEA.
- Se calcula el sumatorio del numerador de la fórmula ( $\sum G_i \cdot q_i \cdot C_i$ ):

Producto	$G_i$	$q_i$	GG	$C_i$	$G_i \cdot q_i \cdot C_i$
Aceite	910	42,0	4	1,3	49686
Azucar	1000	16,7	4	1,3	21710
Cacao en polvo	800	16,7		1,3	17368
Café	300	16,7	3	1,3	6513
Cartón	500	16,7	3 a 4	1,3	10855
Cereales	1500	16,7	3	1,3	32565
Chocolate	1000	25,1		1,3	32630

Grasas	500	42,0	4	1,3	27300
Harina de trigo	5000	16,7	3	1,3	108550
Leche	2575				
Leche en polvo	700	16,7	4	1,3	15197
Mantequilla	1000	37,2	4	1,3	48360
Papel	300	16,7	3 a 4	1,3	6513
Polietileno	500	42,0	4	1,3	27300
	<b>16585</b>				<b>404547</b>

3. Se busca el coeficiente  $R_a$  a aplicar.

- No hay un epígrafe concreto en la **Tabla 1.2**.
- Los epígrafes más parecidos presentan una gran dispersión de resultados:
  - Alimentación, expedición:  $q_v = 1000 \text{ MJ/m}^2$   $R_a = 2,0$
  - Alimentación, platos precocinados:  $q_v = 200 \text{ MJ/m}^2$   $R_a = 1,0$
  - Confiterías:  $q_v = 400 \text{ MJ/m}^2$   $R_a = 1,0$
- Es posible evaluar el  $R_a$  de cada sustancia al menos como almacenamiento en la fábrica. Considerar el valor más alto que comprende más del 10% en peso

Producto	$R_a$	epígrafe Tabla 1.2	$G_i$
Aceite	<b>2,0</b>	Aceites comestibles	910
Azúcar	<b>2,0</b>	Azúcar (almacén)	1000
Cacao en polvo	<b>2,0</b>	Cacao, productos de	800
Café	<b>2,0</b>	Café, extracto (almacén)	300
Cartón	1,5	Cartonaje	
Cereales			
Chocolate	1,5	Chocolate	
Grasas	<b>2,0</b>	Grasas comestibles	500
Harina de trigo	<b>2,0</b>	Harina en sacos	5000
Leche			
Leche en polvo	1,0	Leche en polvo	
Mantequilla	1,5	Mantequilla (fabricación y venta)	
Papel	<b>2,0</b>	Papel (almacén)	300
Polietileno	1,5	Embalaje de productos alimenticios	
			<b>8810</b>

8810 kg es mayor o igual que el 10% de 16585 kg, por lo que  $R_a = 2,0$ .

4. Se resuelve la fórmula  $Q_s = 404547 \cdot 2 / 850 = \mathbf{952 \text{ MJ/m}^2}$

5. Se clasifica el nivel de riesgo con la **Tabla 1.3**:  $850 < 952 \leq 1275 \text{ MJ/m}^2$

**RIESGO MEDIO 3.**

## **Solución a la Práctica 2:**

Se resuelve con la **fórmula para actividades de proceso**.

- Se buscan las actividades en los epígrafes de la **Tabla 1.2**, obteniendo los valores de  $q_s$  y  $R_a$ .
  - Los epígrafes son: “Textiles, prendas de vestir”; “Joyas, venta”; “Calzados, venta”; “Tintorerías”; “Oficinas comerciales” (también para agencia de viajes); “Quioscos de periódicos”; “Discos, discos compactos y similares”; “Restaurantes” (también para bares y cafeterías); “Perfumería, venta de artículos de”; “Caramelos”; “Deportes, venta de artículos de”; “Juguetes”; “Fotografía, tienda”.
  - No hay epígrafe para el **mall de circulación**: se considera sin carga de fuego.
  - Para determinar el coeficiente  $C_i$  se adopta la recomendación de la **GTA** del RSCIEI, conforme al Catálogo CEA, con  $C_i = 1,3$  para todos los locales.
- Se calcula el sumatorio del numerador de la fórmula ( $\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i$ ):

Zona	Uso	superficie	qsi	Ci	qsi·Si·Ci
6 locales de 50 m <sup>2</sup>	Venta ropa	300	500	1,3	195000
10 locales de 100 m <sup>2</sup>	Venta ropa	1000	500	1,3	650000
4 locales de 200 m <sup>2</sup>	Venta ropa	800	500	1,3	520000
2 locales de 50 m <sup>2</sup>	Bar	100	300	1,3	39000
3 locales de 100 m <sup>2</sup>	Cafetería	300	300	1,3	117000
3 locales de 200 m <sup>2</sup>	Restaurante	600	300	1,3	234000
2 locales de 50 m <sup>2</sup>	Joyería	100	300	1,3	39000
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Joyería	100	300	1,3	39000
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Perfumería	100	400	1,3	52000
2 locales de 200 m <sup>2</sup>	Perfumería	400	400	1,3	208000
2 locales de 100 m <sup>2</sup>	Venta calzado	200	500	1,3	130000
2 locales de 50 m <sup>2</sup>	Venta caramelos	100	400	1,3	52000
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Tintorería	100	500	1,3	65000
1 local de 200 m <sup>2</sup>	Deportes	200	800	1,3	208000
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Agencia viajes	100	800	1,3	104000
1 local de 200 m <sup>2</sup>	Juguetes	200	500	1,3	130000
1 local de 50 m <sup>2</sup>	Fotografía	50	300	1,3	19500
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Multimedia	100	600	1,3	78000
1 quiosco de 25 m <sup>2</sup>	Periódicos	25	1300	1,3	42250
Oficinas		75	800	1,3	78000
Mall		550			0
		<b>5500</b>			<b>2999750</b>

3. Se busca el coeficiente  $R_a$  a aplicar.

- Aparecen actividades con los tres grados.
- Se determina la superficie de actividades con grado alto, así como con grado alto+medio.

Zona	Uso	superficie	Ra	Si: Ra=2	Si: Ra>1,5
6 locales de 50 m <sup>2</sup>	Venta ropa	300	1,5		300
10 locales de 100 m <sup>2</sup>	Venta ropa	1000	1,5		1000
4 locales de 200 m <sup>2</sup>	Venta ropa	800	1,5		800
2 locales de 50 m <sup>2</sup>	Bar	100	1,0		
3 locales de 100 m <sup>2</sup>	Cafetería	300	1,0		
3 locales de 200 m <sup>2</sup>	Restaurante	600	1,0		
2 locales de 50 m <sup>2</sup>	Joyería	100	1,0		
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Joyería	100	1,0		
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Perfumería	100	1,0		
2 locales de 200 m <sup>2</sup>	Perfumería	400	1,0		
2 locales de 100 m <sup>2</sup>	Venta calzado	200	1,0		
2 locales de 50 m <sup>2</sup>	Venta caramelos	100	1,0		
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Tintorería	100	1,5		100
1 local de 200 m <sup>2</sup>	Deportes	200	1,5		200
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Agencia viajes	100	1,5		100
1 local de 200 m <sup>2</sup>	Juguetes	200	1,5		200
1 local de 50 m <sup>2</sup>	Fotografía	50	1,0		
1 local de 100 m <sup>2</sup>	Multimedia	100	1,5		
1 quiosco de 25 m <sup>2</sup>	Periódicos	25	2,0	25	25
Oficinas		75	1,5		
Mall		550			
		<b>5500</b>		<b>25</b>	<b>2725</b>

- 25 m<sup>2</sup> es menor del 10% de 5500 m<sup>2</sup>, por lo que  $R_a$  no es 2,0.
- 2725 m<sup>2</sup> es mayor o igual que el 10% de 5500 m<sup>2</sup>, por lo que  $R_a = 1,5$ .

4. Se resuelve la fórmula  $Q_s = 2999750 \cdot 1,5 / 5500 = 818 \text{ MJ/m}^2$

**Solución a la Práctica 3:**

Se resuelve con la **fórmula para actividades de almacenamiento**.

1. Se buscan las actividades en los epígrafes de la **Tabla 1.2**, obteniendo los valores de  $q_v$  y  $R_a$ .

- Los epígrafes son: “Automóvil, almacén de accesorios”; “Neumáticos de automóviles”; “Acumuladores”.
- Se calcula el volumen de las estanterías. Se ha considerado que el almacenamiento ocupa la totalidad de las estanterías, por tanto se obtiene  $s_i \cdot h_i = V_i$ .
- Para determinar el coeficiente  $C_i$  se adopta la recomendación de la **GTA** del RSCIEI, conforme al Catálogo CEA, con  $C_i = 1,3$ .

2. Se calcula el sumatorio del numerador de la fórmula ( $\sum q_{vi} \cdot V_i \cdot C_i$ ):

Volumen de la estantería:  $2,20 \cdot 2,00 \cdot 0,50 = 2,20 \text{ m}^3$

Producto	Nº est.	Vol. Est	Vol. Vi	$q_{vi}$	$C_i$	$q_{vi} \cdot V_i \cdot C_i$
Accesorios	10	2,2	22,0	800	1,3	22880
Neumáticos	8	2,2	17,6	1500	1,3	34320
Baterías	2	2,2	4,4	800	1,3	4576
			<b>44</b>			<b>61776</b>

3. Se busca el coeficiente  $R_a$  a aplicar.

- Aparecen productos con dos grados.
- Se determina la superficie de los productos con grado alto:

Producto	Nº est.	Vol. Est	Vol. Vi	$R_a$	Si: $R_a=2$
Accesorios	10	2,2	22,0	1,5	
Neumáticos	8	2,2	17,6	2	8
Baterías	2	2,2	4,4	1,5	
					<b>8</b>

8 m<sup>2</sup> es mayor o igual que el 10% de 50 m<sup>2</sup>, por lo que  $R_a = 2,0$ .

4. Se resuelve la fórmula  $Q_s = 61776 \cdot 2 / 50 = \mathbf{2471 \text{ MJ/m}^2}$

5. Se clasifica el nivel de riesgo con la **Tabla 1.3**:  $1700 < 2471 \leq 3400 \text{ MJ/m}^2$

**RIESGO MEDIO 5.**

### **Solución a la Práctica 4:**

Se resuelve con la **fórmula combinada que se incluye en la GTA.**

1. Se buscan las actividades en los epígrafes de la **Tabla 1.2**, obteniendo los valores de  $q_s$  y  $R_a$ .
  - Los epígrafes son: “Automóvil, reparación”; “Automóvil, pintura”; “Automóvil, garaje y aparcamientos”.
  - Para determinar el coeficiente  $C_i$  se adopta la recomendación de la **GTA** del RSCIEI, conforme al Catálogo CEA.
    - Hay dudas en el coeficiente del aparcamiento debido a la existencia de gasolina o gasoil en los depósitos de los vehículos. Por los puntos de inflamabilidad, con la Tabla 1.1, a la gasolina corresponde 1,6 (alto) por ser clase B1 (APQ-01) y al gasoil 1,3 (medio) por ser clase C (APQ-01). En todo caso, la cantidad de gasolina no alcanza el 10 % del peso del automóvil (como media 1000 kg). En consecuencia  $C_i = 1,3$ .
    - No hay datos de GG de las pinturas, ya que depende de su punto de inflamación. Si tiene como base el agua, no son inflamables, pero si llevan disolventes tipo acetona, tolueno o xilol, se clasifican B1. A falta de más aclaraciones, se adopta  $C_i = 1,6$ .
2. Se calcula el primer miembro del numerador de la fórmula ( $\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i$ ):

Zona	Superficie	$q_{si}$	$C_i$	$q_{si} \cdot S_i \cdot C_i$
Reparación	150	300	1,3	58500
Pintura	50	500	1,6	40000
Aparcamiento	75	200	1,3	19500
				<b>118000</b>

3. Se calcula el del numerador de la fórmula ( $\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i + \sum q_{vi} \cdot V_i \cdot C_i$ ):
  - Conforme a la práctica 3:  $\sum q_{vi} \cdot V_i \cdot C_i = 61776$  MJ.
  - $\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i + \sum q_{vi} \cdot V_i \cdot C_i = 118000 + 61776 = 179776$  MJ
4. Se busca el coeficiente  $R_a$  a aplicar.
  - Aparecen productos con los tres grados.
  - Se determina la superficie de los productos con grado alto y alto+medio:

Zona	Superficie	Ra	Si: Ra=2	Si: Ra $\geq$ 1,5
Reparación	150	1,0		
Pintura	50	1,5		50
Aparcamiento	75	1,0		
Accesorios	10	1,5		10
Neumáticos	8	2,0	8	8
Baterías	2	1,5		2
			<b>8</b>	<b>70</b>

- 8 m<sup>2</sup> es menor del 10% de 325 m<sup>2</sup>, por lo que R<sub>a</sub> no es 2,0.
  - 70 m<sup>2</sup> es mayor o igual que el 10% de 325 m<sup>2</sup>, por lo que R<sub>a</sub> = 1,5.
5. Se resuelve la fórmula combinada  $Q_s = 179776 \cdot 1,5 / 325 = \mathbf{830 \text{ MJ/m}^2}$
6. Se clasifica el nivel de riesgo con la **Tabla 1.3**:  $425 < 830 \leq 850 \text{ MJ/m}^2$   
**RIESGO BAJO 2.**

### Solución a la Práctica 5:

Se resuelve con la **fórmula para varios sectores.**

1. Se precisa calcular la densidad de carga de fuego de los sectores de incendio:
  - En el taller se ha determinado en la práctica anterior: 830 MJ/m<sup>2</sup>.
  - No se conoce en la zona comercial y en el depósito de automóviles.
2. Se buscan las actividades en los epígrafes de la **Tabla 1.2**, obteniendo los valores de q<sub>s</sub> y R<sub>a</sub>.
  - Los epígrafes son: “Exposición de automóviles”; “Oficinas comerciales”; “Automóvil, garaje y aparcamientos”.
    - En el depósito de automóviles se supone que los vehículos pueden estar más próximos que en un aparcamiento convencional. Como media, la superficie de la plaza es de 10,125 m<sup>2</sup> (4,50x2,25 m según PGOUM) y la repercusión de los viales por plaza es de 25 m<sup>2</sup>/plaza. Esto significa que si el depósito fuera un aparcamiento tendría 250/25 = 10 plazas. Si se consideran plazas para vehículos grandes (5,00x2,40 m) la superficie por plaza es de 12 m<sup>2</sup>. La eliminación de todo espacio de circulación e inclusión de estas plazas determinaría 250/12 = 20 plazas. Pero serán necesarios algunos espacios, por lo que se

promedia el resultado:  $(10+20)/2 = 15$  plazas. Puesto que se prevé un 50% más de automóviles, habrá que incrementar  $q_s$  en el mismo porcentaje:  $200 \cdot 1,5 = 300 \text{ MJ/m}^2$

- Para determinar el coeficiente  $C_i$  se adopta la recomendación de la **GTA** del RSCIEI, conforme al Catálogo CEA.
  - En la zona de exposición los vehículos no suelen tener combustible. En todo caso, como se ha indicado en la práctica 4,  $C_i = 1,3$ .

3. Se calcula el sumatorio del numerador de la fórmula ( $\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i$ ) para cada sector:

- Zona comercial:

Zona	Superficie	$q_{si}$	$C_i$	$q_{si} \cdot S_i \cdot C_i$
Exposición	500	200	1,3	130000
Oficinas	125	800	1,3	130000
	<b>625</b>			<b>260000</b>

- Depósito de automóviles:

Zona	Superficie	$q_{si}$	$C_i$	$q_{si} \cdot S_i \cdot C_i$
Depósito	250	300	1,3	<b>97500</b>

4. Se busca el coeficiente  $R_a$  a aplicar.

- Zona comercial:
  - Aparecen productos con dos grados.
  - Se determina la superficie de los productos con grado medio:

Zona	Superficie	$R_a$	$S_i: R_a=1,5$
Exposición	500	1,0	
Oficinas	125	1,5	125
	<b>625</b>		<b>125</b>

- 125 m<sup>2</sup> es mayor o igual que el 10% de 625 m<sup>2</sup>, por lo que  $R_a = 1,5$ .

- Depósito de automóviles:  $R_a = 1,0$  según tabla.

5. Se calcula la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de los sectores mediante la **fórmula para actividades de proceso**:



- Zona comercial:  $Q_s = 260000 \cdot 1,5 / 625 = 624 \text{ MJ/m}^2$
- Depósito de automóviles:  $Q_s = 97500 \cdot 1,0 / 250 = 390 \text{ MJ/m}^2$ .

6. Se aplica la fórmula para varios sectores:

Sectores	Superficie	Qs	S·Qs
Comercial	625	624	390000
Depósito	250	390	97500
Taller	325	830	269750
	<b>1200</b>		<b>757250</b>

- $Q_e = 757250 / 1200 = 631 \text{ MJ/m}^2$

7. Se clasifica el nivel de riesgo con la **Tabla 1.3**:  $425 < 631 \leq 850 \text{ MJ/m}^2$

**RIESGO BAJO 2.**