



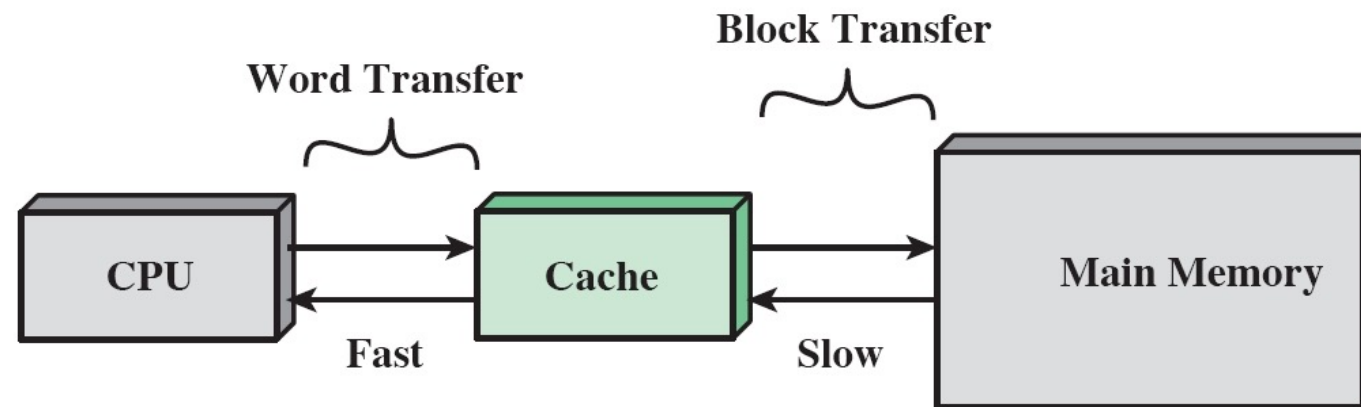
# **Esercizi Cache**

## **Architettura degli elaboratori**

*Laurea in Informatica*

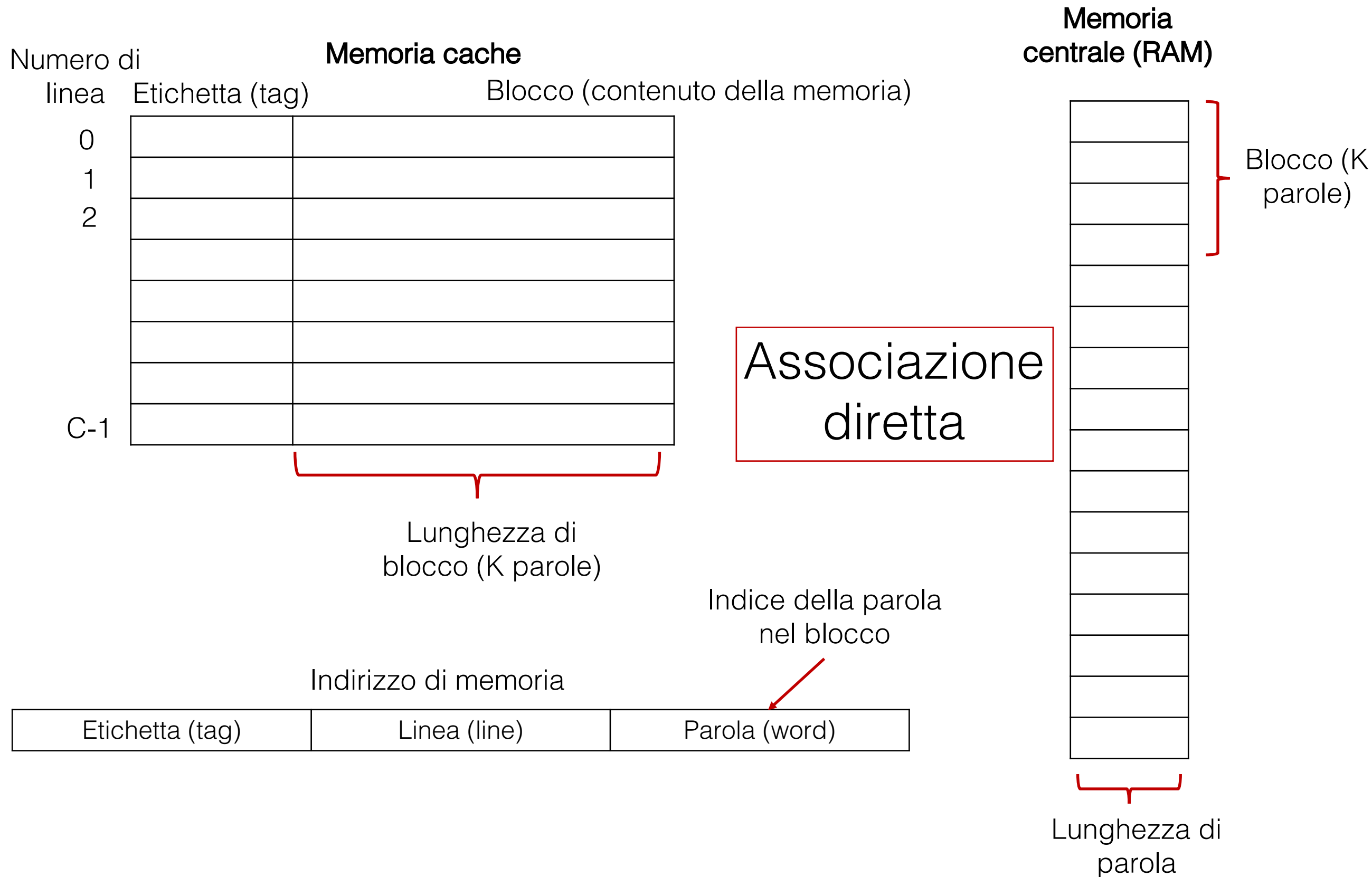
*Docente: Nicolò Navarin*

# Summary Cache



- La Cache è una memoria molto veloce che si frappone tra la CPU e la memoria centrale
- Contiene i dati di più probabile accesso
  - Più hit in cache -> maggiore velocità di esecuzione

# Associazione Diretta



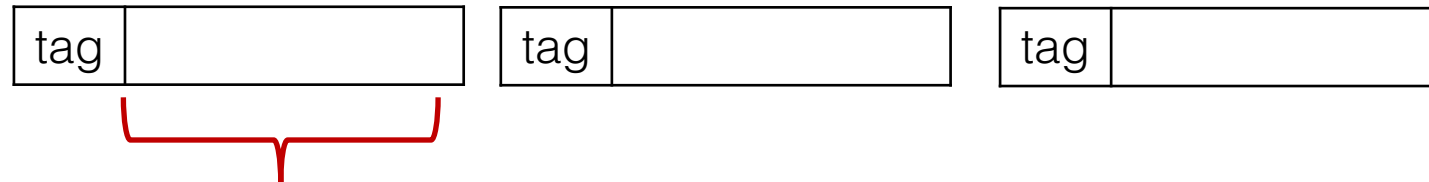
# Associazione Completa

Numero di  
~~linea~~

~~0~~

Memoria cache

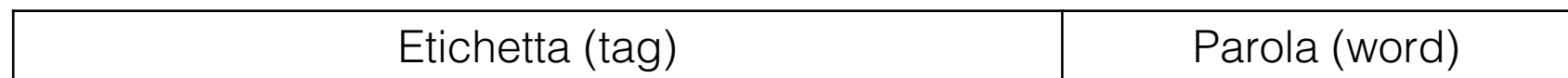
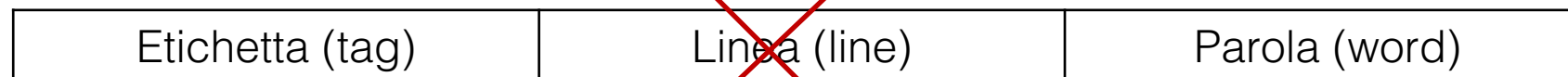
Blocco (contenuto della memoria)



Lunghezza di  
blocco (K parole)

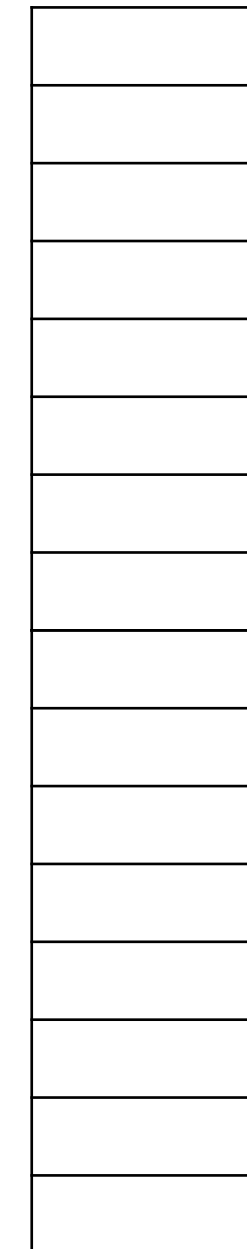
Associazione  
Completa

Indirizzo di memoria



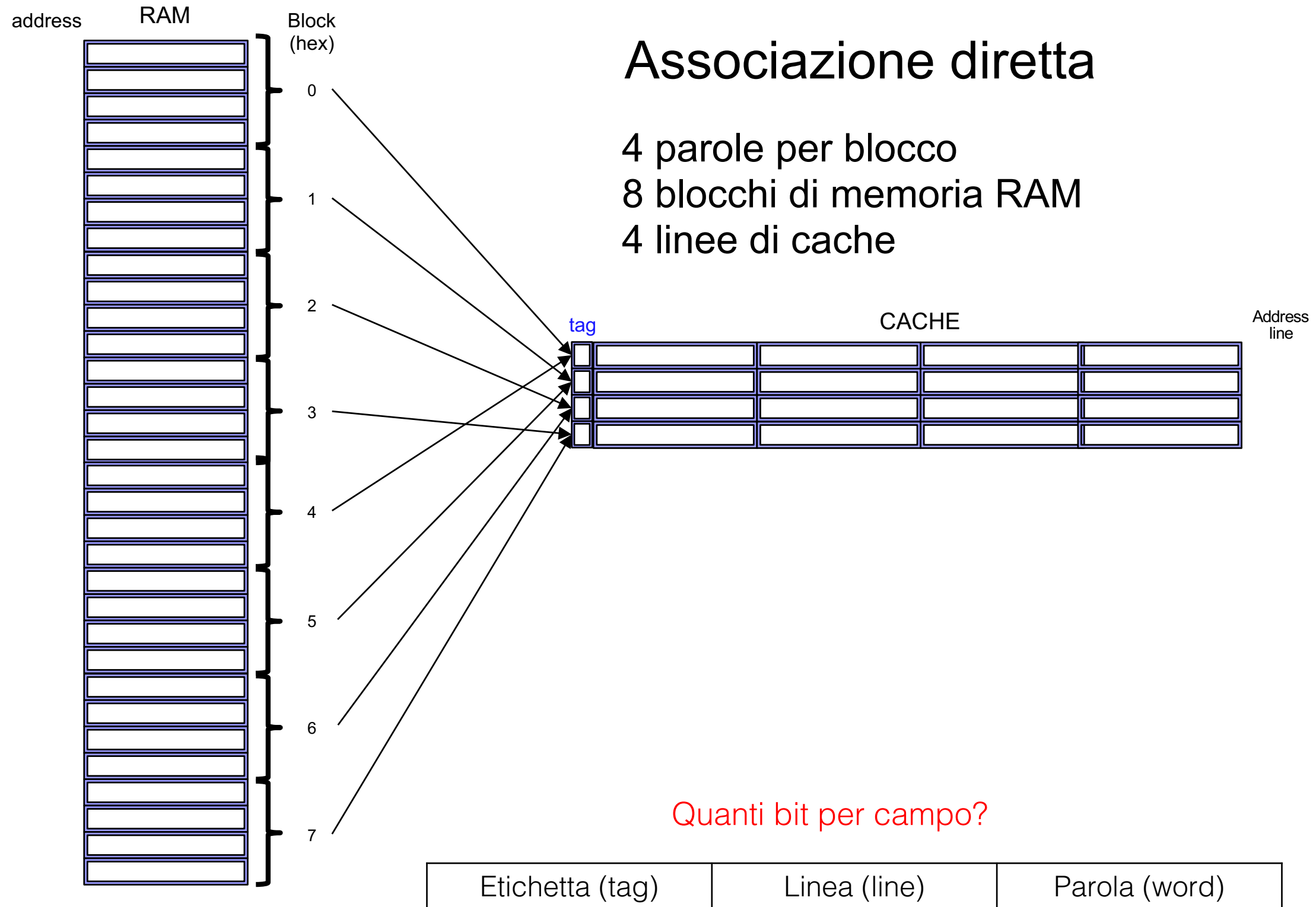
I bit che sarebbero stati assegnati al campo line con un associazione diretta diventano tag! (la lunghezza totale dell'indirizzo di memoria è costante)

Memoria  
centrale (RAM)

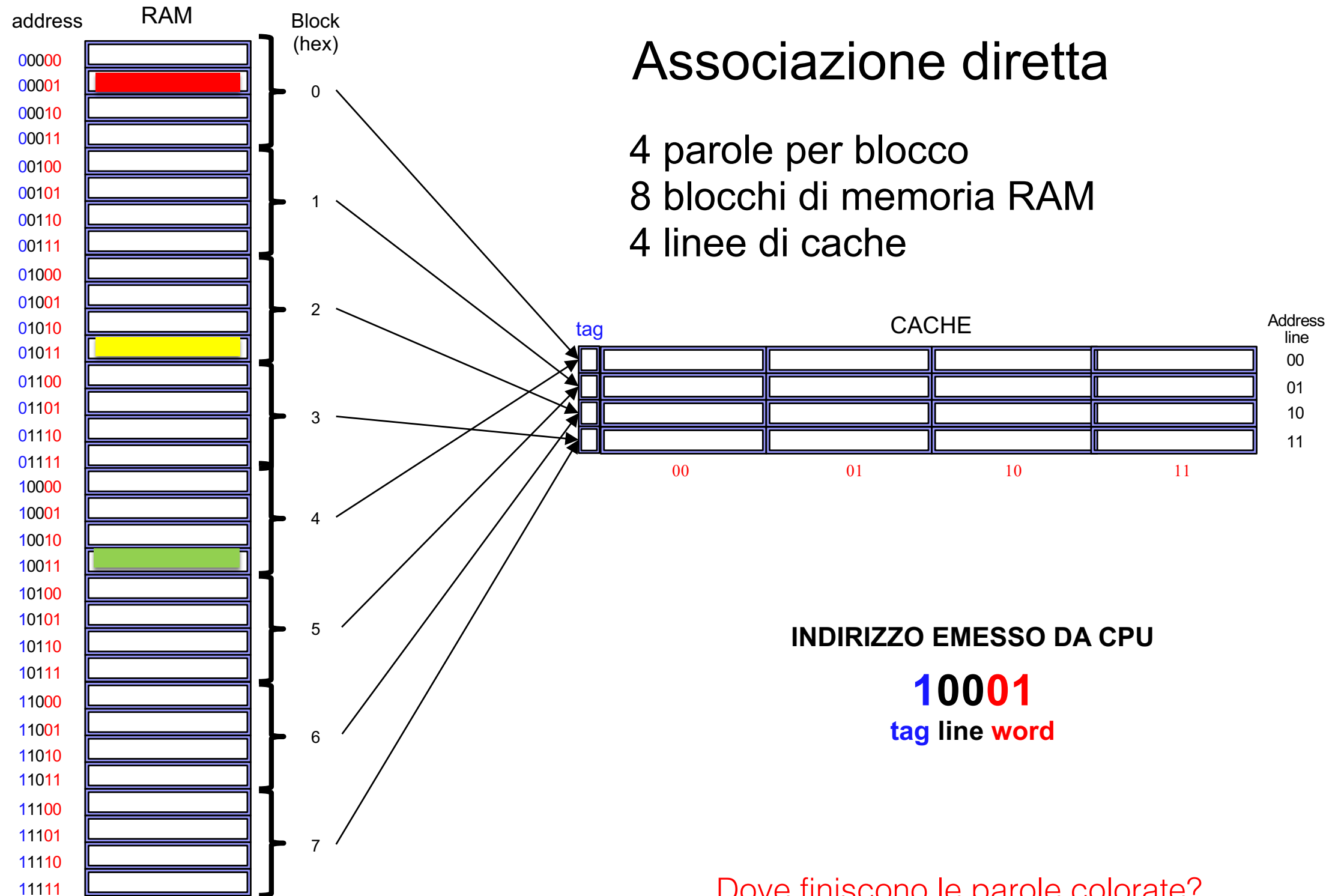


Lunghezza di  
parola

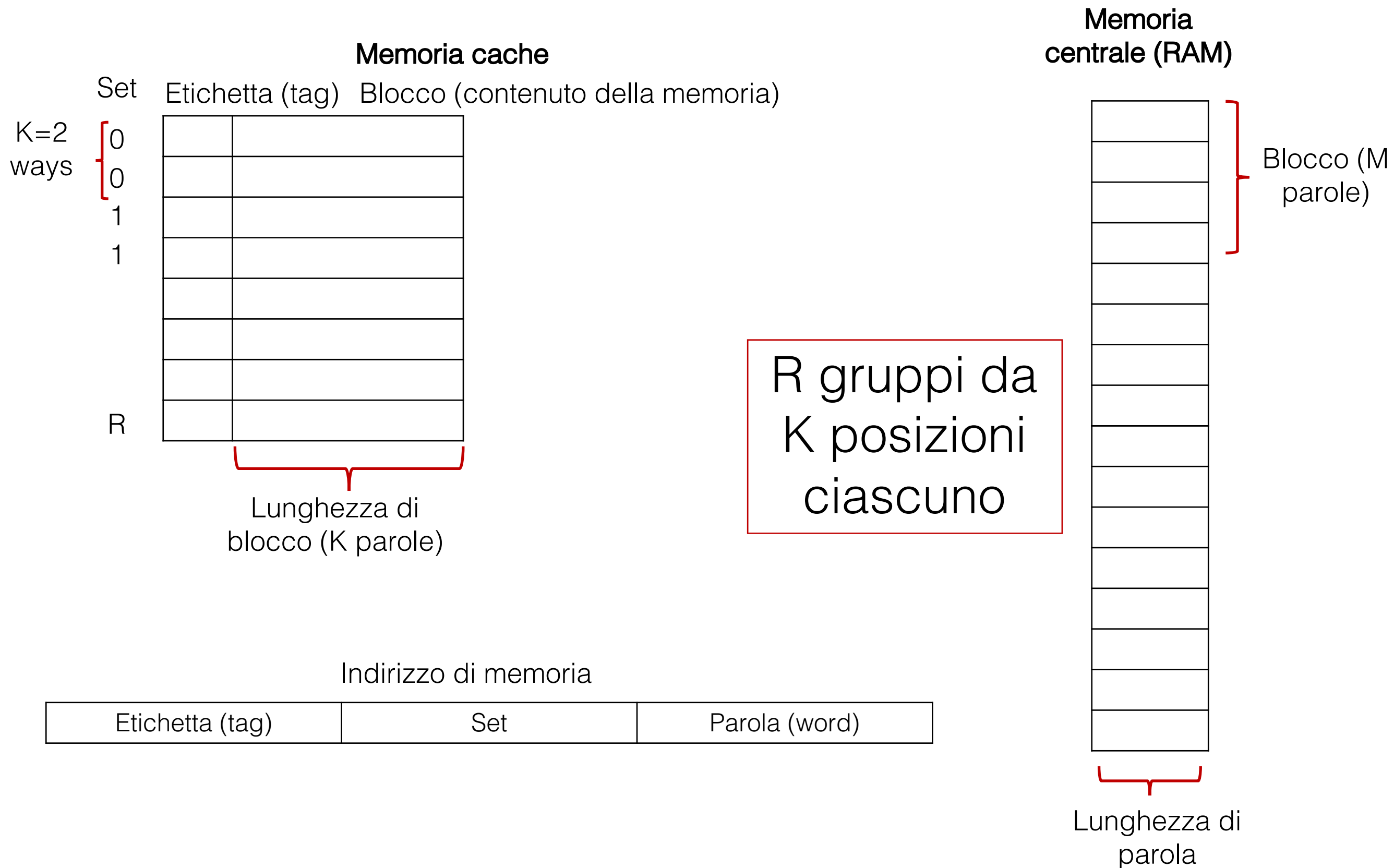
# Esercizio associazione diretta



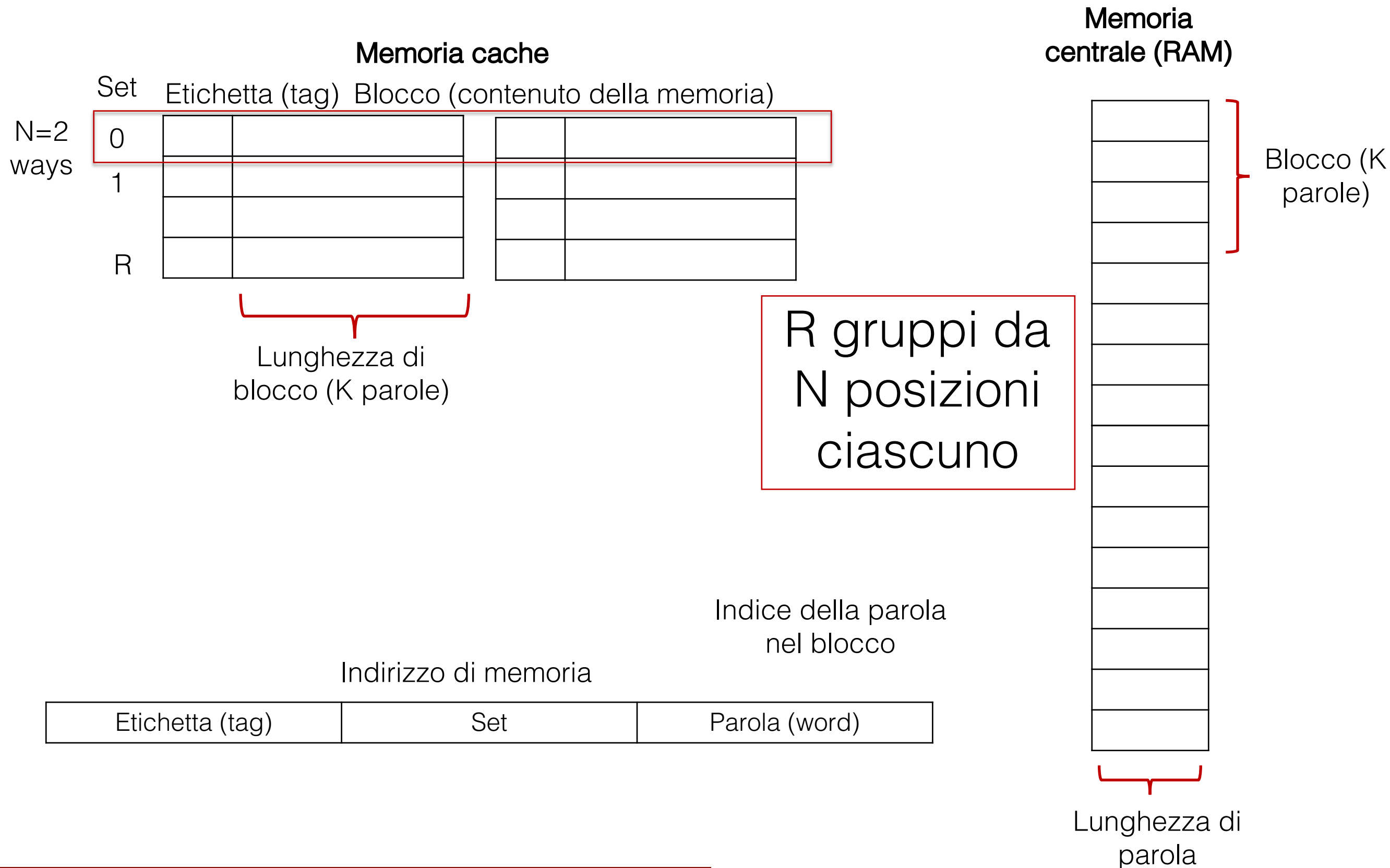
# Esercizio associazione diretta



# Associazione a gruppi (K-way)

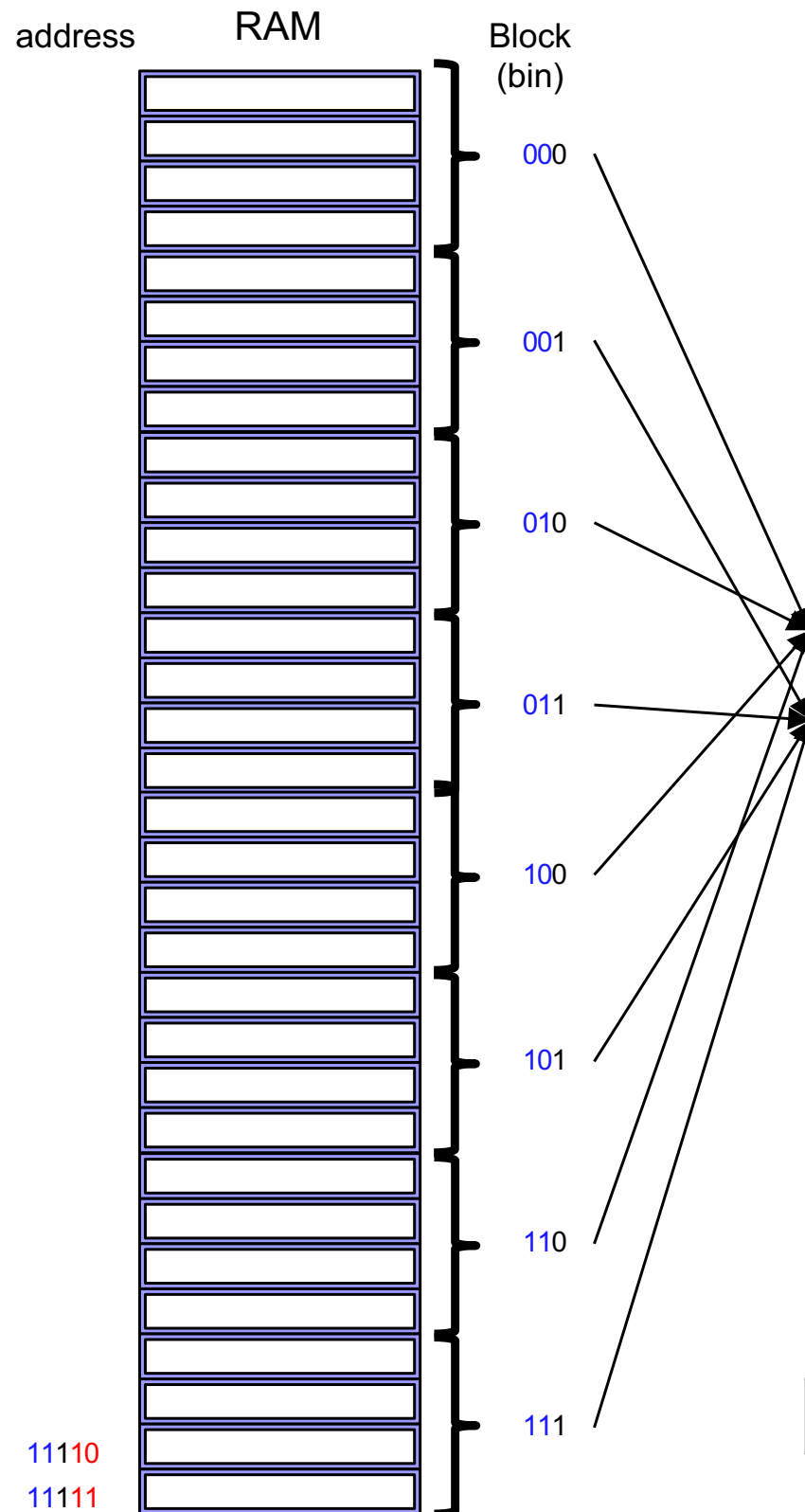


# Associazione a gruppi (K-way): alternative view (simulatore)





# Esercizio associazione a K vie



## Associazione a 2-vie

4 parole per blocco

8 blocchi di memoria RAM

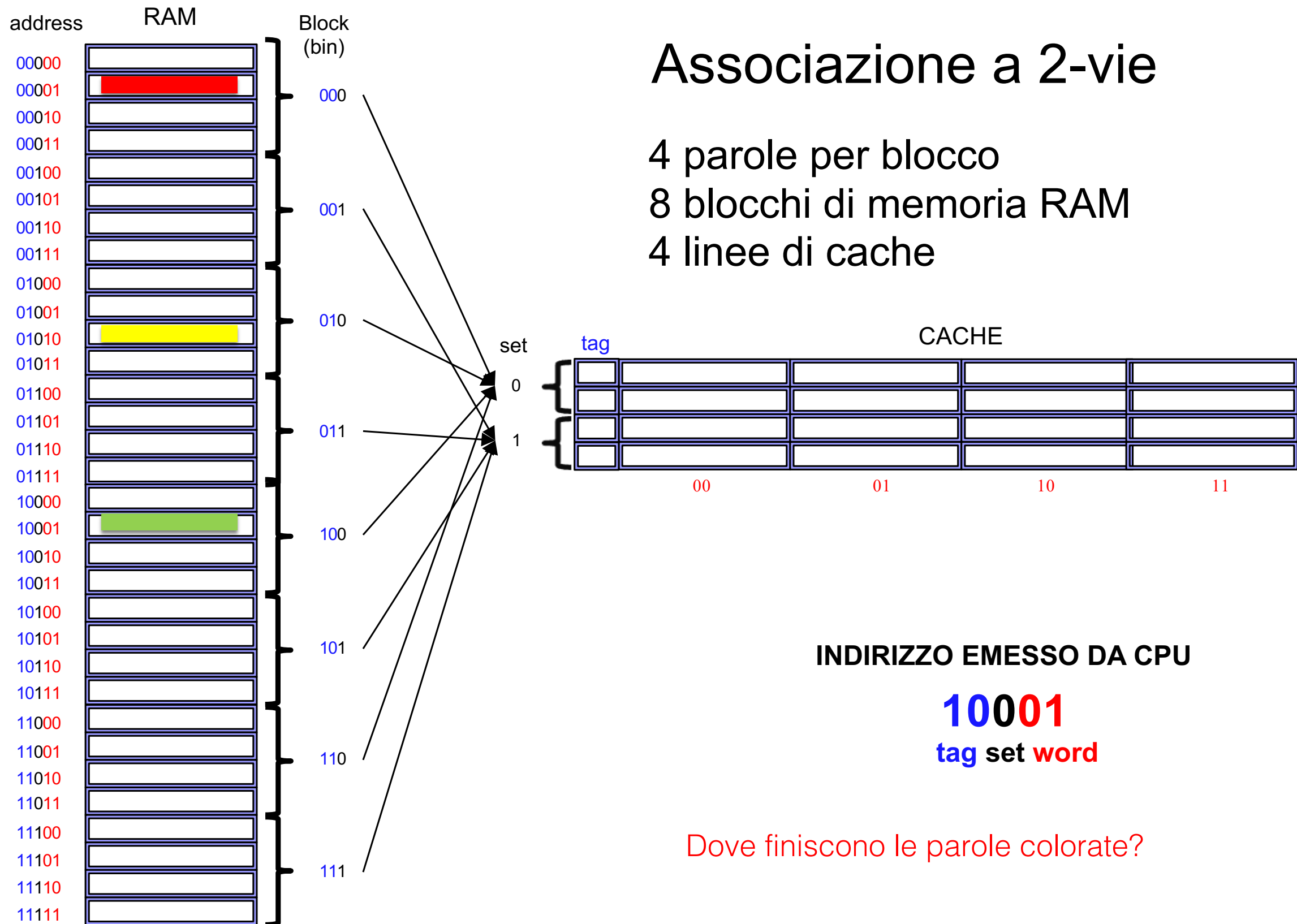
4 linee di cache

tag	CACHE			

Quanti bit per campo?

Etichetta (tag)	Set	Parola (word)
-----------------	-----	---------------

# Esercizio associazione a K vie



# Esercizio 1 cache

Si consideri una cache di 4KB ( $\text{KB}=2^{10}$  byte) con associazione a gruppi a 8 vie ( 8-way set associative) in congiunzione con una memoria centrale di 1MB ( $\text{MB}= 2^{20}$  byte).

Supponendo che un blocco sia di dimensione 64B, e che la dimensione di parola sia di un singolo byte, **si dica come un indirizzo di memoria è suddiviso in campi e a quanto ammonta la dimensione di ogni campo.**

# Esercizio 1 cache

Si consideri una cache di 4KB con associazione a gruppi a 8 vie ( 8-way set associative) in congiunzione con una memoria centrale di 1MB. Supponendo che un blocco sia di dimensione 64B, e che la dimensione di parola sia di un singolo byte, si dica come un indirizzo di memoria è suddiviso in campi e a quanto ammonta la dimensione di ogni campo.

## Soluzione:

- trattandosi di una cache con associazione a gruppi, l'indirizzo di memoria centrale deve essere suddiviso nei campi tag, set, e parola.
- La memoria centrale è  $1MB = 2^{20}B$ ; quindi un indirizzo di memoria è espresso in **20 bit**
- la dimensione del campo parola è individuato univocamente dalla dimensione del blocco, che è  $64B = 2^6B$ , quindi **6 bit**
- Calcoliamo il numero di linee della cache:
  - Cache ha dimensione  $4KB = 2^{12}B$ , ed ogni linea ha dimensione  $2^6B$
  - La cache contiene quindi  $\frac{2^{12}}{2^6} = 2^6$  linee

# Esercizio 1 cache

## Soluzione:

- trattandosi di una cache con associazione a gruppi, l'indirizzo di memoria centrale deve essere suddiviso nei campi tag, set, e parola.
- La memoria centrale è  $1MB = 2^{20}B$ ; quindi un indirizzo di memoria è espresso in **20 bit**
- la dimensione del **campo parola** è individuato univocamente dalla dimensione del blocco, che è  $64B = 2^6B$ , quindi **6 bit**
- Calcoliamo il numero di linee della cache:
  - Cache ha dimensione  $4KB = 2^{12}B$ , ed ogni linea ha dimensione  $2^6B$
  - La cache contiene quindi  $\frac{2^{12}}{2^6} = 2^6$  linee
- Ogni insieme deve contenere  $8 = 2^3$  linee (8-way), quindi il numero di insiemi in cache è  $\frac{2^6}{2^3} = 2^3$  insiemi. Il **campo set** è di **3 bit**.
- Il campo **Tag** è composto dai bit restanti, quindi  $20 - 6 - 3 = 11$  bit

# Esercizio 2 cache

Si consideri una cache di 16KB con associazione a gruppi a 4 vie ( 4-way set associative) e dimensione di linea di 32B.

Supponendo che il campo tag sia di 12 bit, e che la dimensione di parola sia di un singolo byte, si dica quale è la dimensione massima (in byte) di memoria principale che la cache è in grado di gestire, assumendo il singolo byte come unità di indirizzamento della memoria.

# Esercizio 2 cache - soluzione

Si consideri una cache di 16KB con associazione a gruppi a 4 vie ( 4-way set associative) e dimensione di linea di 32B. Supponendo che il campo tag sia di 12 bit, e che la dimensione di parola sia di un singolo byte, si dica quale è la dimensione massima (in byte) di memoria principale che la cache è in grado di gestire, assumendo il singolo byte come unità di indirizzamento della memoria.

## Soluzione:

- per calcolare la quantità massima di memoria principale gestibile, bisogna calcolare il **numero di bit totali che esprimono una generica locazione di memoria**.
- trattandosi di una cache con associazione a gruppi, l'indirizzo di memoria centrale deve essere suddiviso nei campi **tag, set, e parola**.
- sappiamo che il campo tag è di 12 bit; quindi occorre calcolare la dimensione dei campi **set** e **parola**.
- la dimensione del campo parola è individuato univocamente dalla dimensione del blocco. Una Linea di cache è sempre grande quanto un blocco, che è di 32B, cioè  $2^5$  byte; pertanto il campo parola è di 5 bit.

# Esercizio 2 cache - soluzione

## Soluzione (continua):

- Dobbiamo ora calcolare la dimensione del campo set, quindi il numero di insiemi della cache
- una cache di 16KB possiede  $2^{14}$  byte; ogni linea deve contenere un blocco e quindi impegna  $2^5$  byte; quindi la cache contiene  $2^{14}/2^5 = 2^9$  linee. Poiché un insieme deve contenere 4 linee, il numero di insiemi della cache è pari a  $2^9/2^2 = 2^7$ . **Pertanto il campo set è di 7 bit.**
- Infine, la dimensione massima di memoria gestibile è:  $2^{12+7+5} = 2^{24}$  byte, cioè  $2^4 * 2^{20}$  byte, cioè 16MB