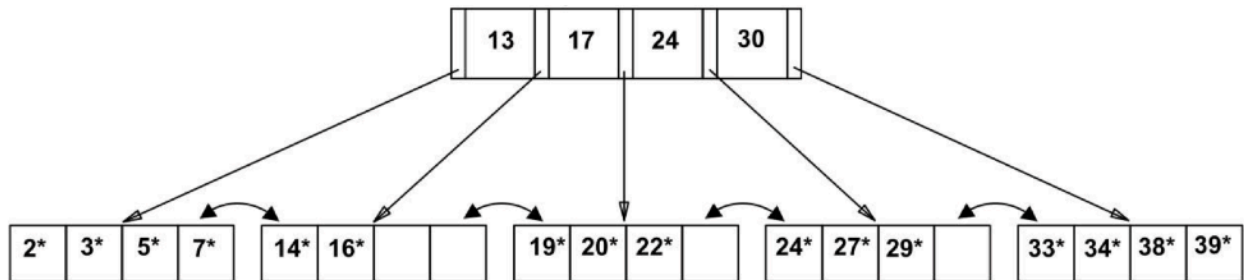


INSERIMENTO IN UN B+-tree

Supponiamo di avere un albero già creato:



Voglio inserire il valore 8 *mantenendo bilanciato l'albero.*

$M = 5$, quindi un nodo è da considerarsi pieno se ha un massimo di 4 elementi.

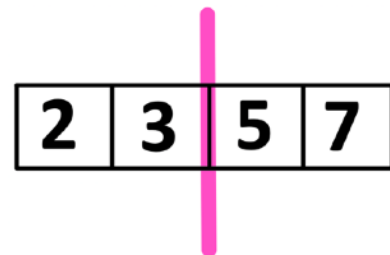
Iniziamo.

Il valore 8 deve essere inserito nella foglia appropriata. Guardando la struttura iniziale dell'albero, il valore 8 dovrebbe andare nel nodo foglia che contiene [2*, 3*, 5*, 7*].

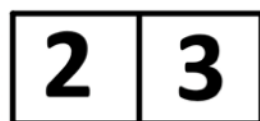
La foglia [2*, 3*, 5*, 7*] è già piena. Quando una foglia è piena, deve essere divisa.

Regola pratica: Quando una foglia è **piena** e si deve inserire un nuovo valore, il nodo viene **diviso in due foglie**:

1. I valori vengono divisi in due gruppi in modo **equilibrato** (generalmente metà in una foglia e metà nell'altra).
2. Il valore più piccolo della nuova foglia destra viene promosso nel genitore.



Si creano due nodi: L e L2.



L



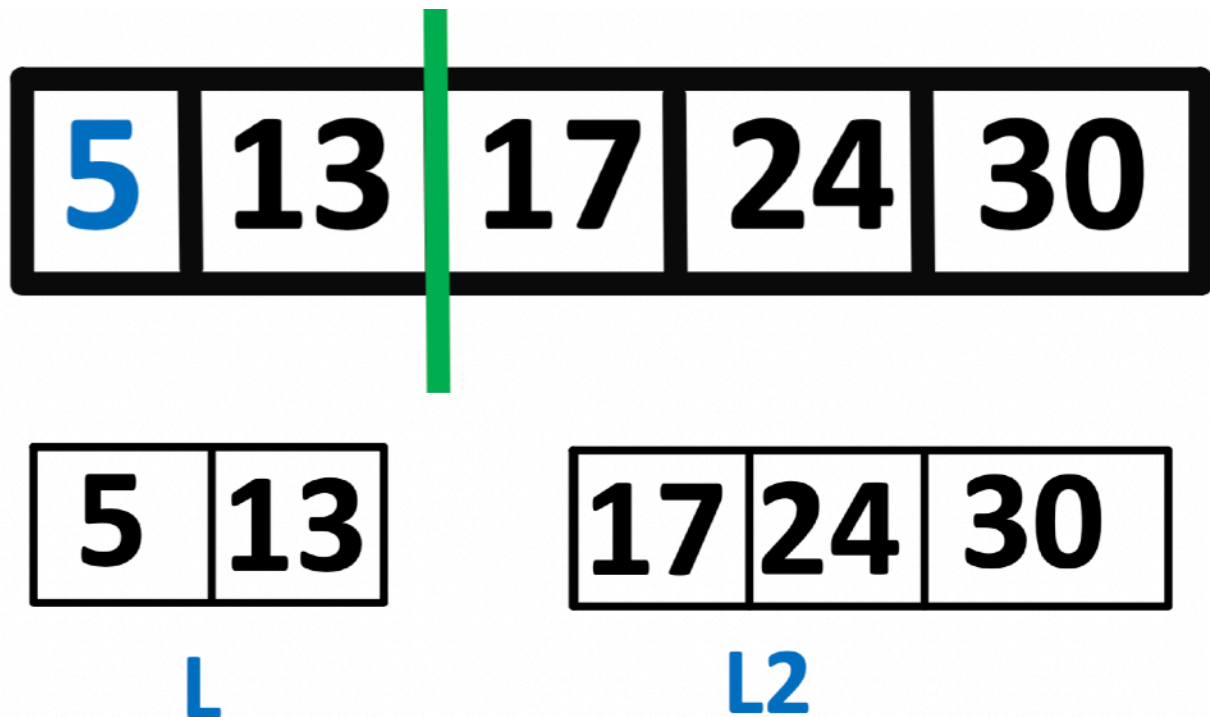
L2

Nella foglia L2 il valore più piccolo è 5.

5 viene promosso al genitore: La chiave 5 viene inserita nel nodo genitore, creando una nuova suddivisione a livello superiore.

8 viene accodato ad L2 e nel genitore di L si inserisce una nuova entry dati che punta a L2.

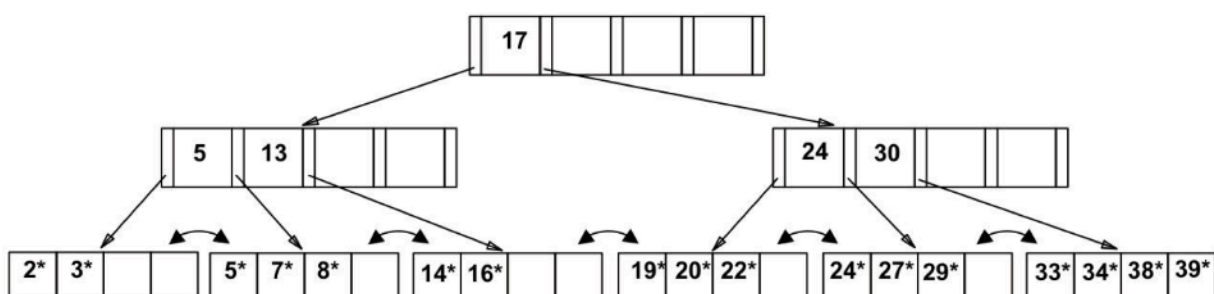
Nel caso mostrato il genitore era proprio la radice, essa era piena e si è verificata una divisione anche lì, portando alla creazione di un nuovo livello nell'albero.



La nuova radice diventa 17, e ora i suoi due figli sono [5, 13] e [24, 30].

Nel **B+-tree**, quando una foglia si divide, la chiave promossa nel genitore **rimane solo nel genitore** e non viene ripetuta nella foglia destra

La struttura ora ha un nuovo livello con due nodi intermedi ([5, 13] e [24, 30]), che a loro volta puntano alle rispettive foglie.



2° ESERCIZIO DI INSERIMENTO.

Inserire all'interno dell'albero B+-tree le seguenti chiavi in ordine e mostrarne il risultato:

1, 7, 2, 11, 24, 13, 61, 62, 64, 66, 67, 22, 14, 19, 70.

Regola: 3 chiavi, 4 puntatori: $M = 4$.

Svolgimento.



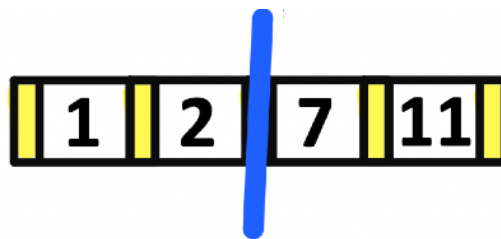
Inserisco 7:



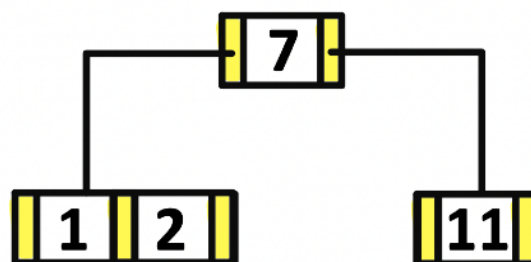
Inserisco 2:



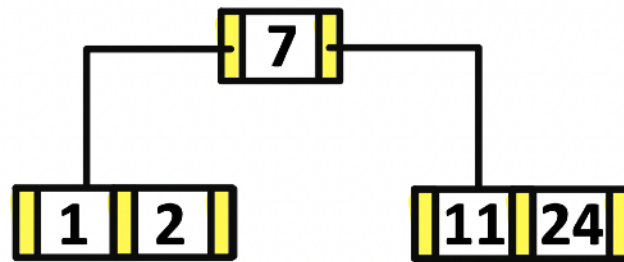
Ora la radice è piena, aggiungiamo 11 ma dividiamo in due il nodo:



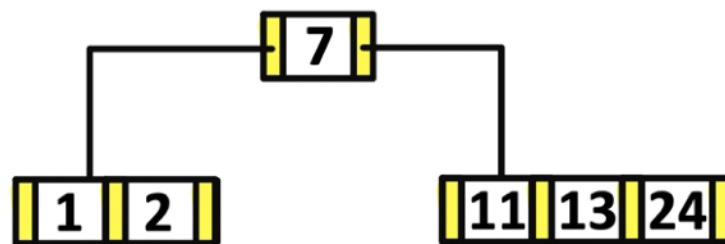
7 sale in promozione.



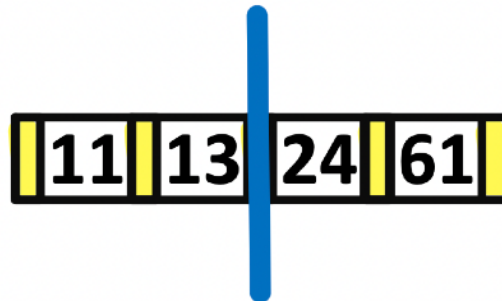
Inserisco 24:



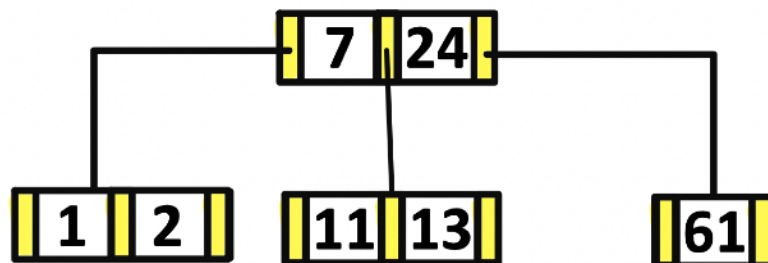
Inserisco 13:



Inserisco 61 e la foglia deve essere divisa favorendo la promozione di 24 sulla radice.

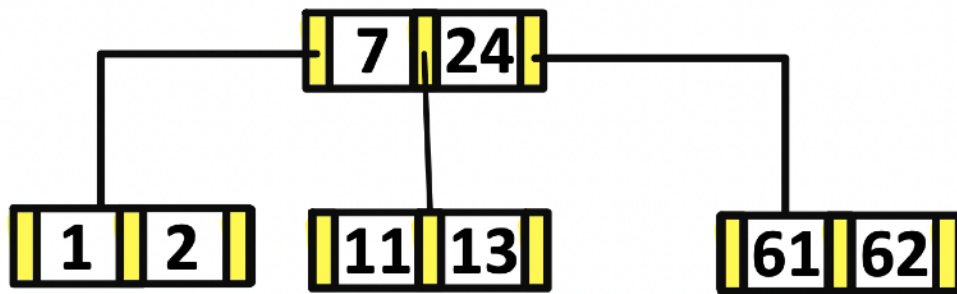


Portando al seguente albero:

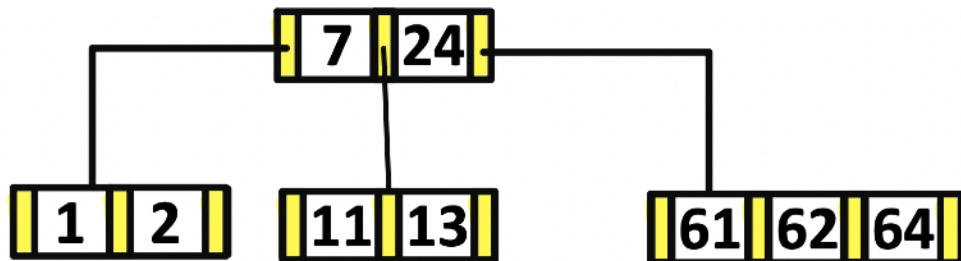


Ho promosso 24, ed è proprio 24 che a sinistra si collega con $L=[11,13]$ e a destra con $L2 = [61]$.

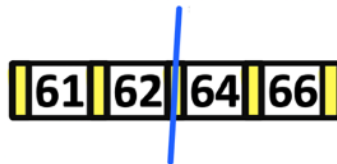
Inserisco 62:



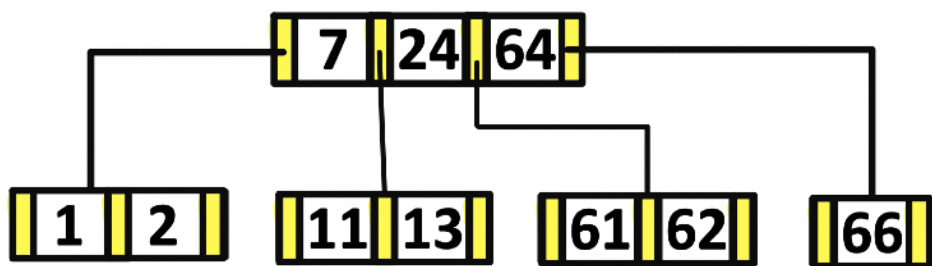
Inserisco 64:



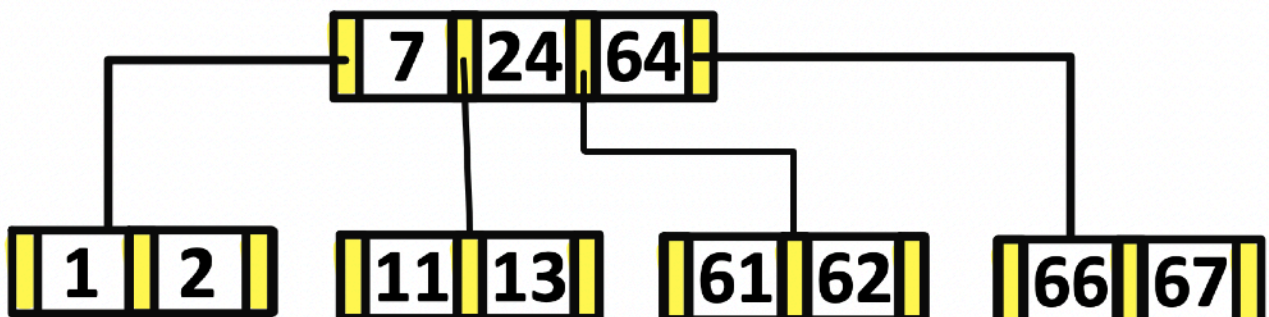
Inserisco 66 e il nodo foglia è saturo, quindi verrà spezzato.



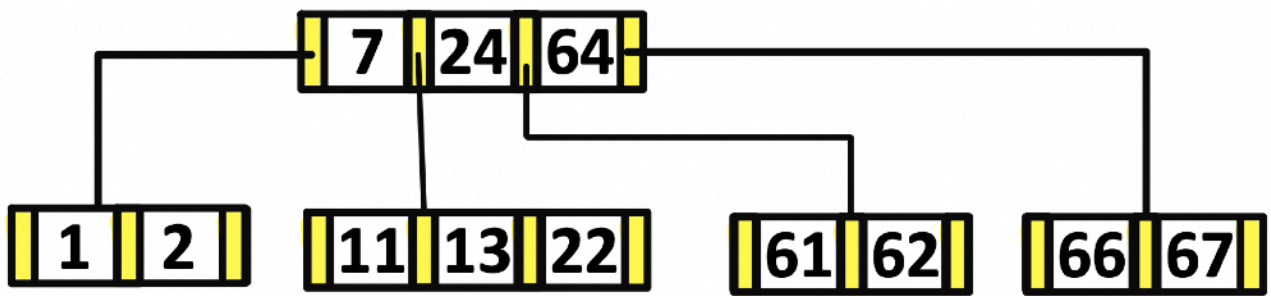
64 sale in promozione verso il nodo radice.



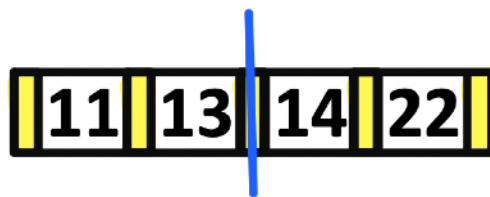
Inserisco 67:



Inserisco 22:



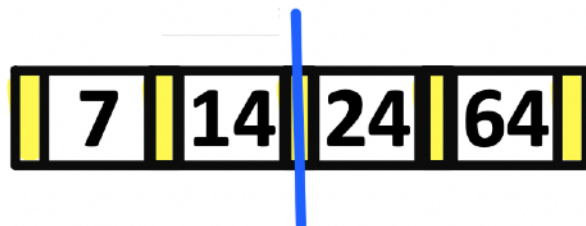
Inserisco 14 e devo dividere la seconda foglia da sinistra:



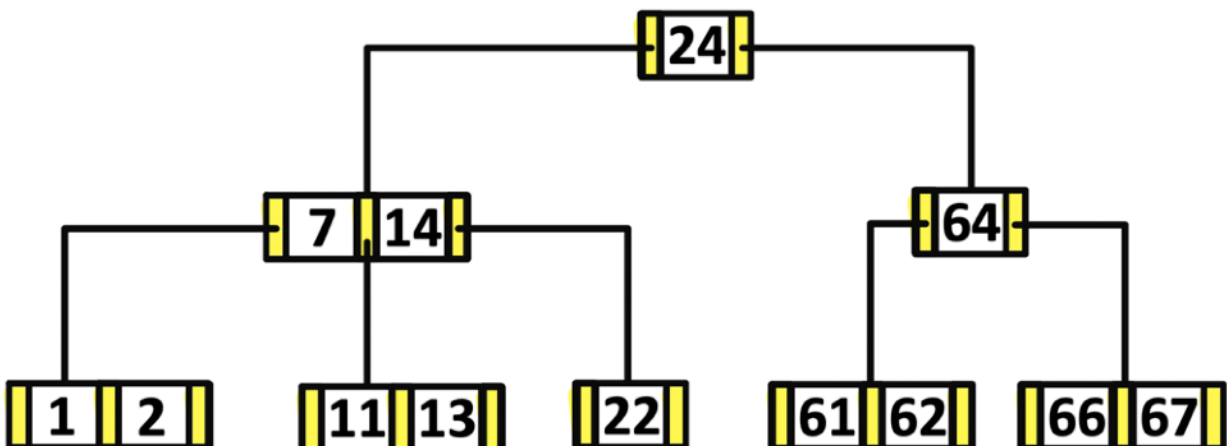
14 sale in promozione.

Il problema è che il nodo radice che accoglie 14 è già saturo.

Quindi anche sul nodo radice devo effettuare una suddivisione.

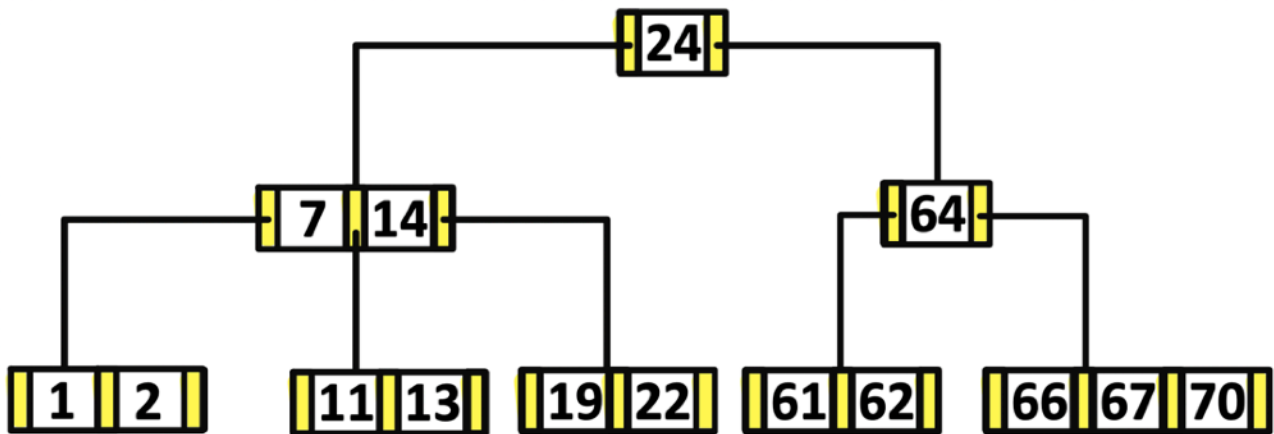


24 sale in promozione creano un nuovo livello.



Come puoi vedere prima era salito il 14 e giustamente alla sua sinistra si connette a $L = [11, 13]$ e alla sua destra $L2 = [22]$.

Inserisco 19 e 70 insieme.



Fine. Albero finale.

3° ESERCIZIO DI INSERIMENTO.

Inserire all'interno dell'albero B+-tree le seguenti chiavi in ordine e mostrarne il risultato:

1, 7, 2, 11, 24, 13, 61, 62, 64, 66, 67, 22, 14, 19, 70.

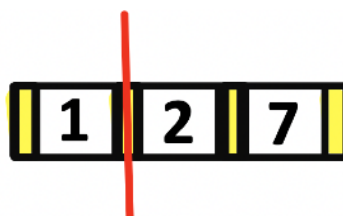
Regola: 2 chiavi, 3 puntatori: $M = 3$.

Svolgimento.

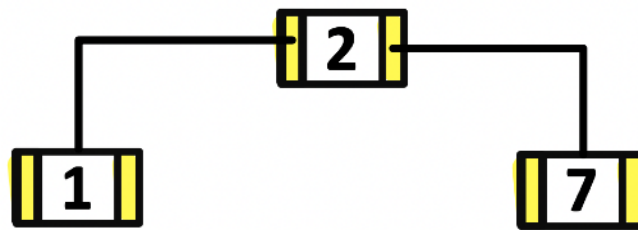
Inserisco 1 e 7:



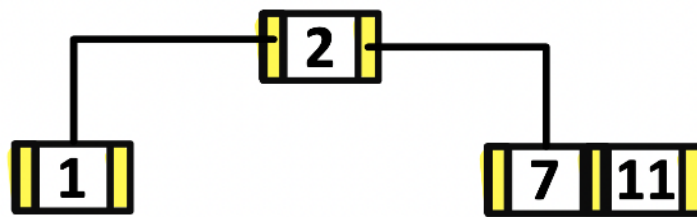
Inserisco 2:



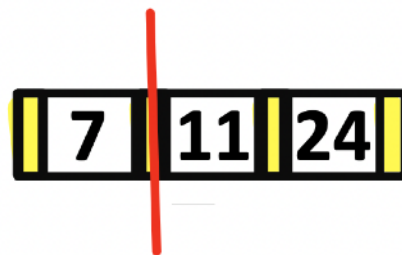
Procedo con una spaccatura e 2 va in promozione.



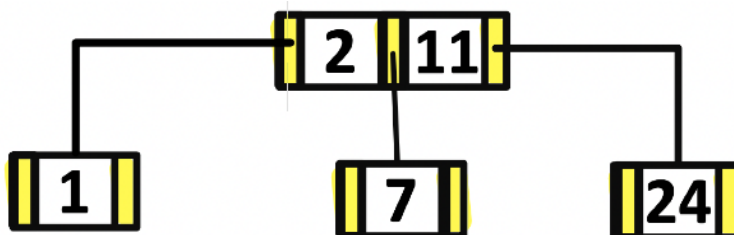
Inserisco 11:



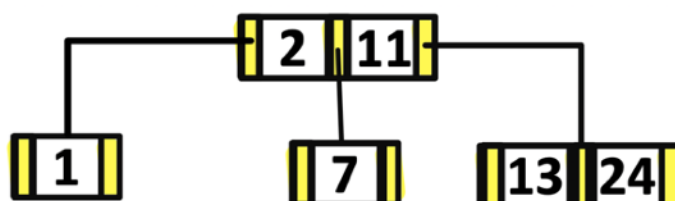
Inserisco 24 e spacco:



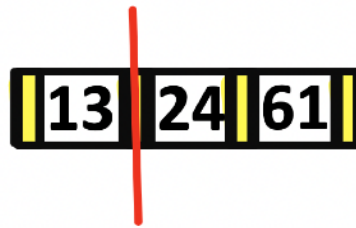
11 sale in promozione.



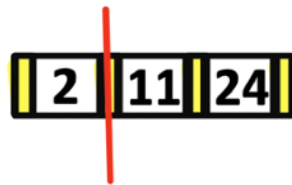
Inserisco 13:



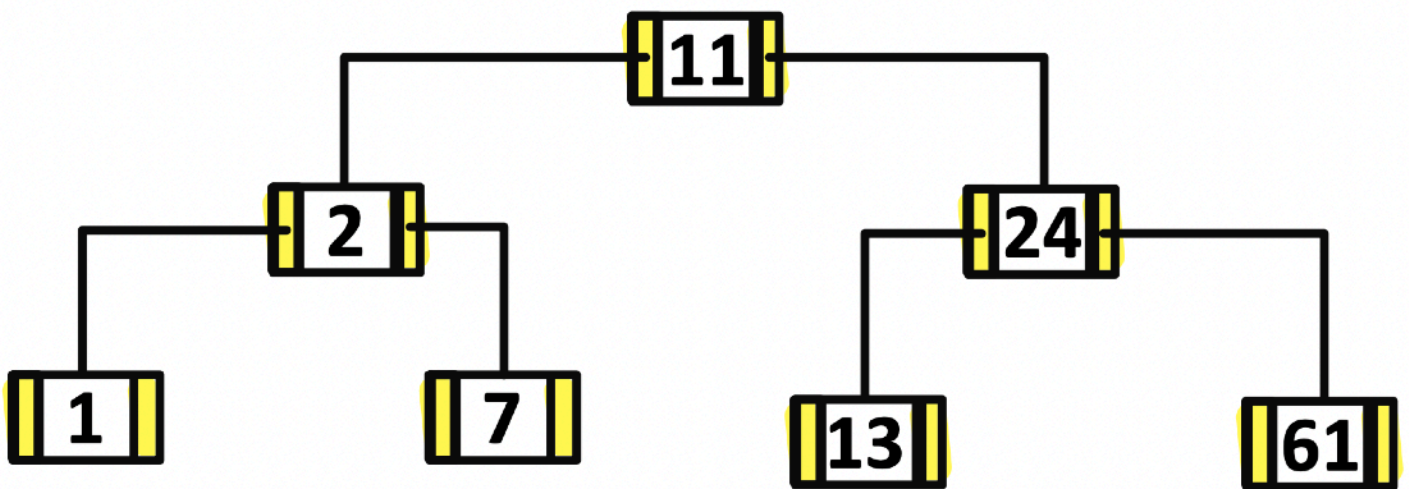
Inserisco 61:



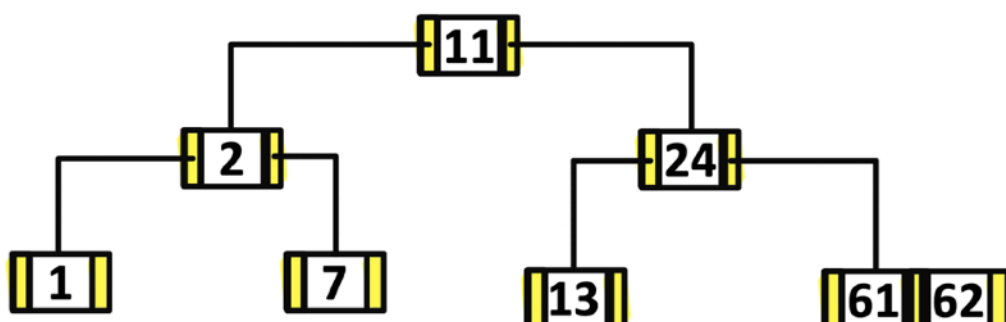
Sale 11:



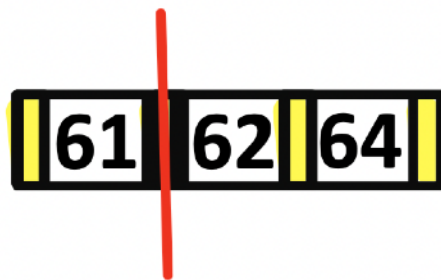
11 si connette a L=2 e L2=24.
24 si connetta a sinistra 13 e destra 61.
L'albero diventa:



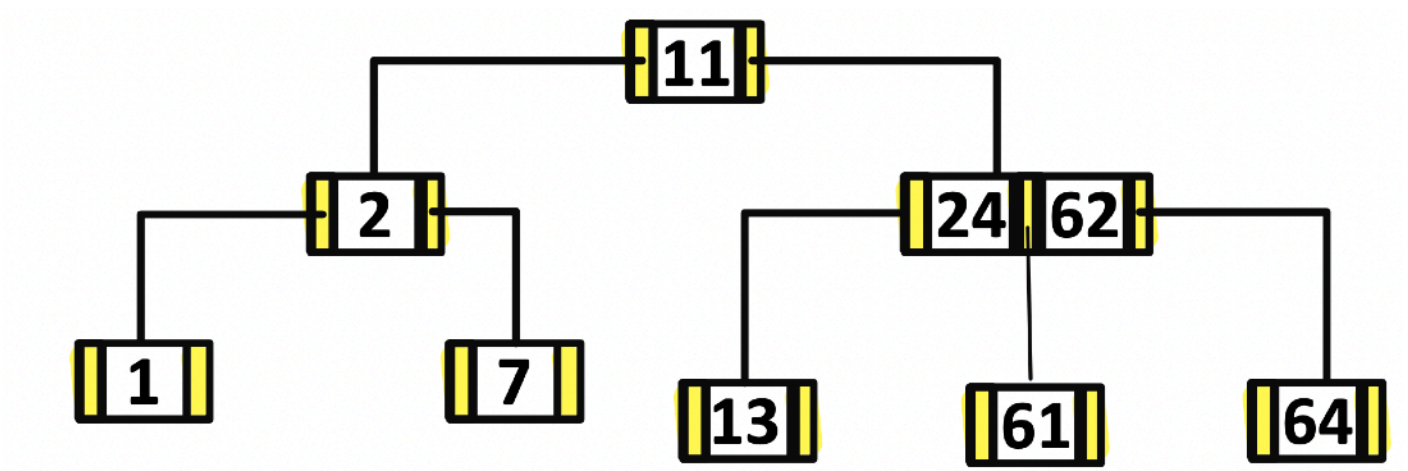
Inserisco 62:



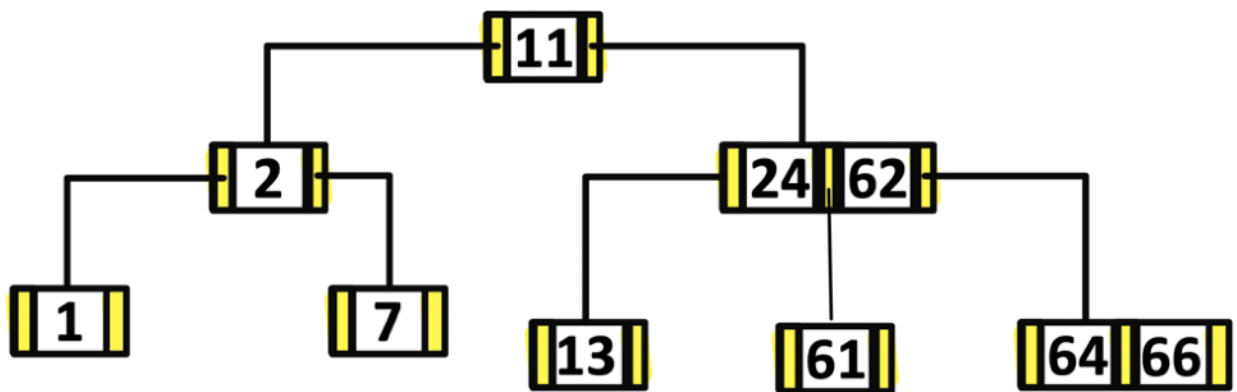
Inserisco 64:



Sale in promozione 62, ma non alla radice.



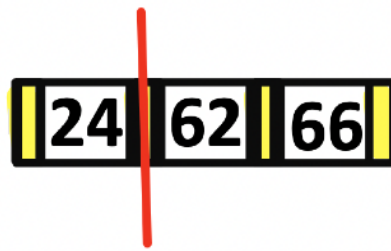
Inserisco 66:



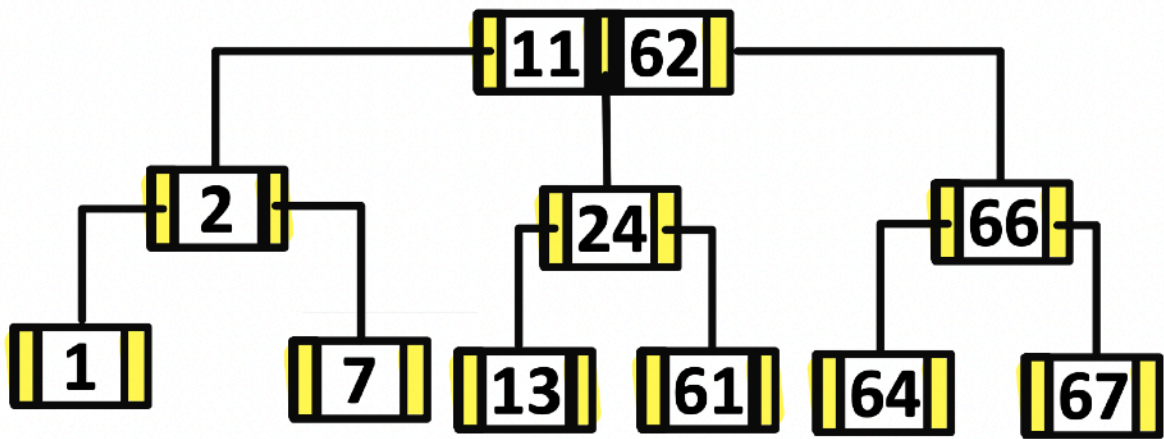
Inserisco 67:



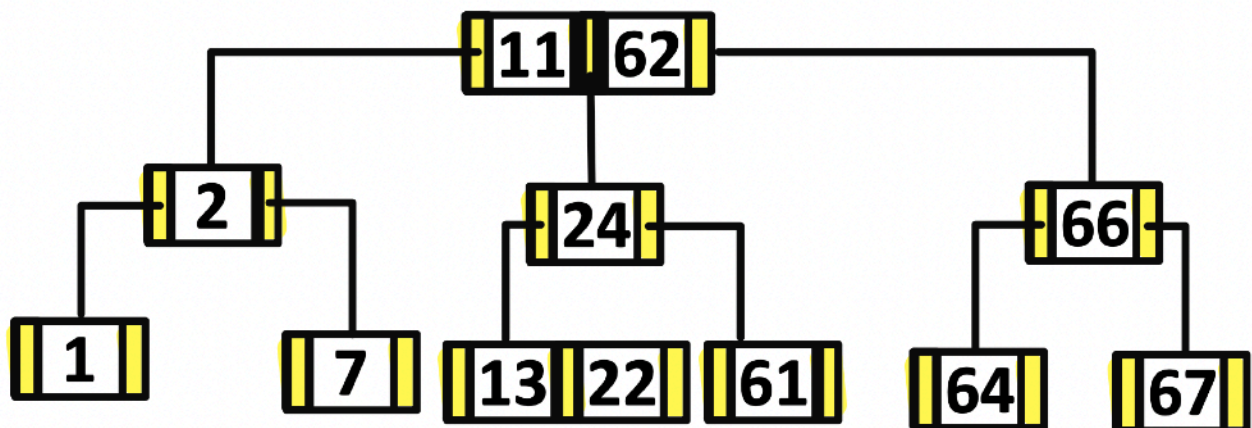
Sale 66 nel livello superiore.



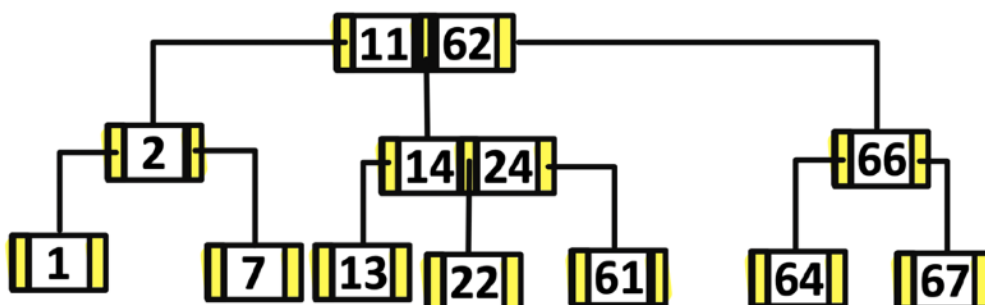
Sale 62 alla radice.
L'albero diventa:



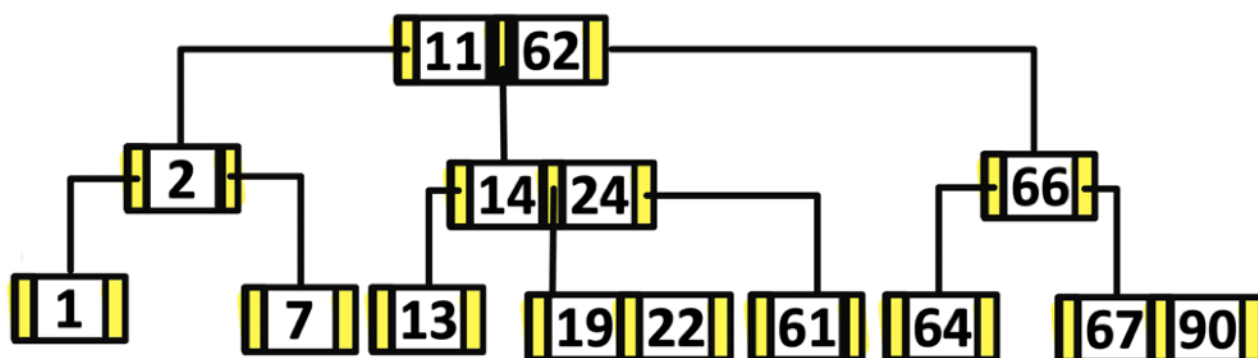
Inserisco 22:



Inserisco 14:



Inserisco 19 e 90 (0 70) uguale.



Fine. Albero finale.