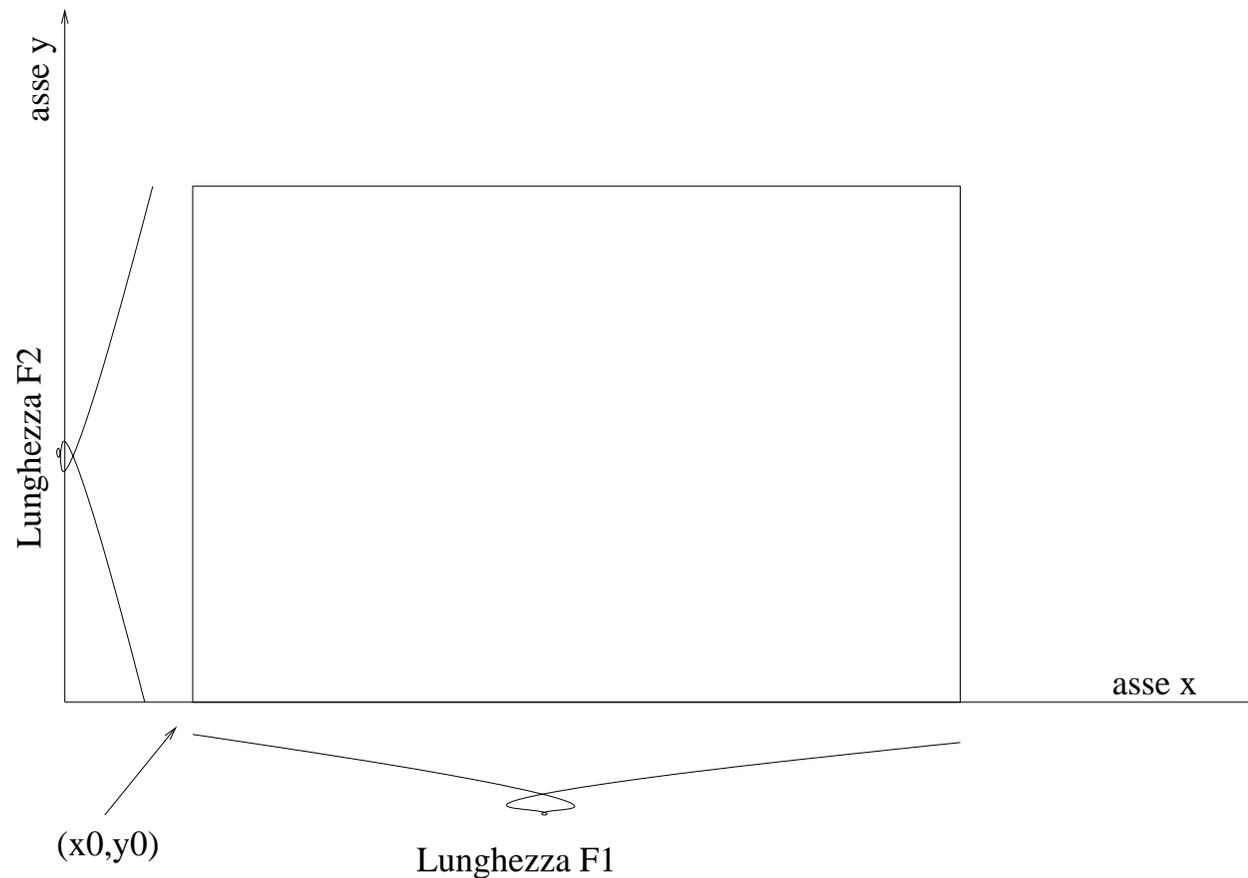
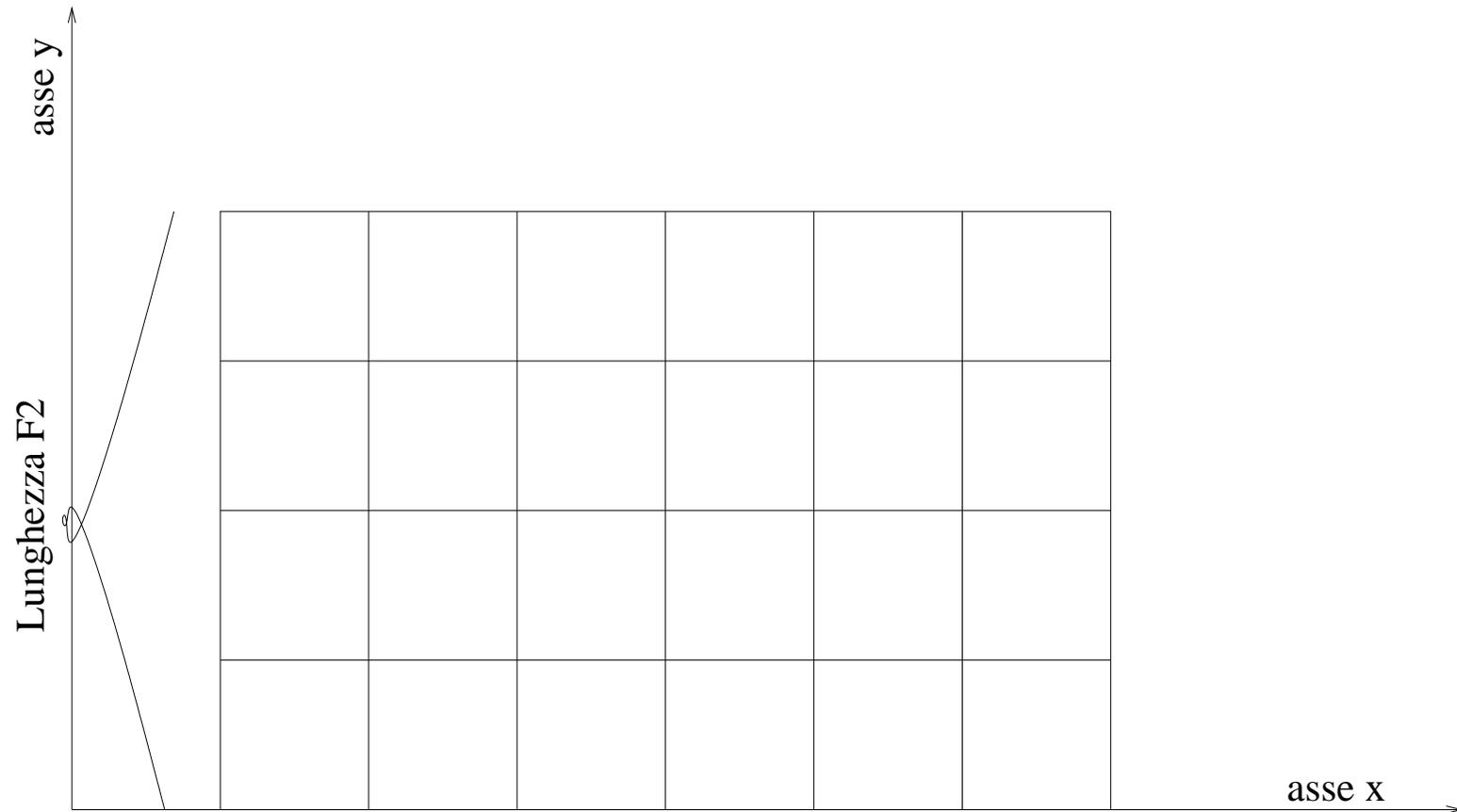


## Generazione di una mesh rettangolare



Sia dato un dominio rettangolare di base  $F1$  e altezza  $F2$ , costruito a partire dal punto indicato come  $(X0, Y0)$ .

Vogliamo effettuare una triangolazione del dominio suddividendo il rettangolo in  $M1$  parti lungo l'asse  $x$  e in  $M2$  parti lungo l'asse  $y$ : in questo modo ricaviamo  $M1 \times M2$  rettangolini. Dividendo poi ciascun rettangolino in due triangoli, otteniamo un numero di triangoli uguale a  $2 \times M1 \times M2$ .



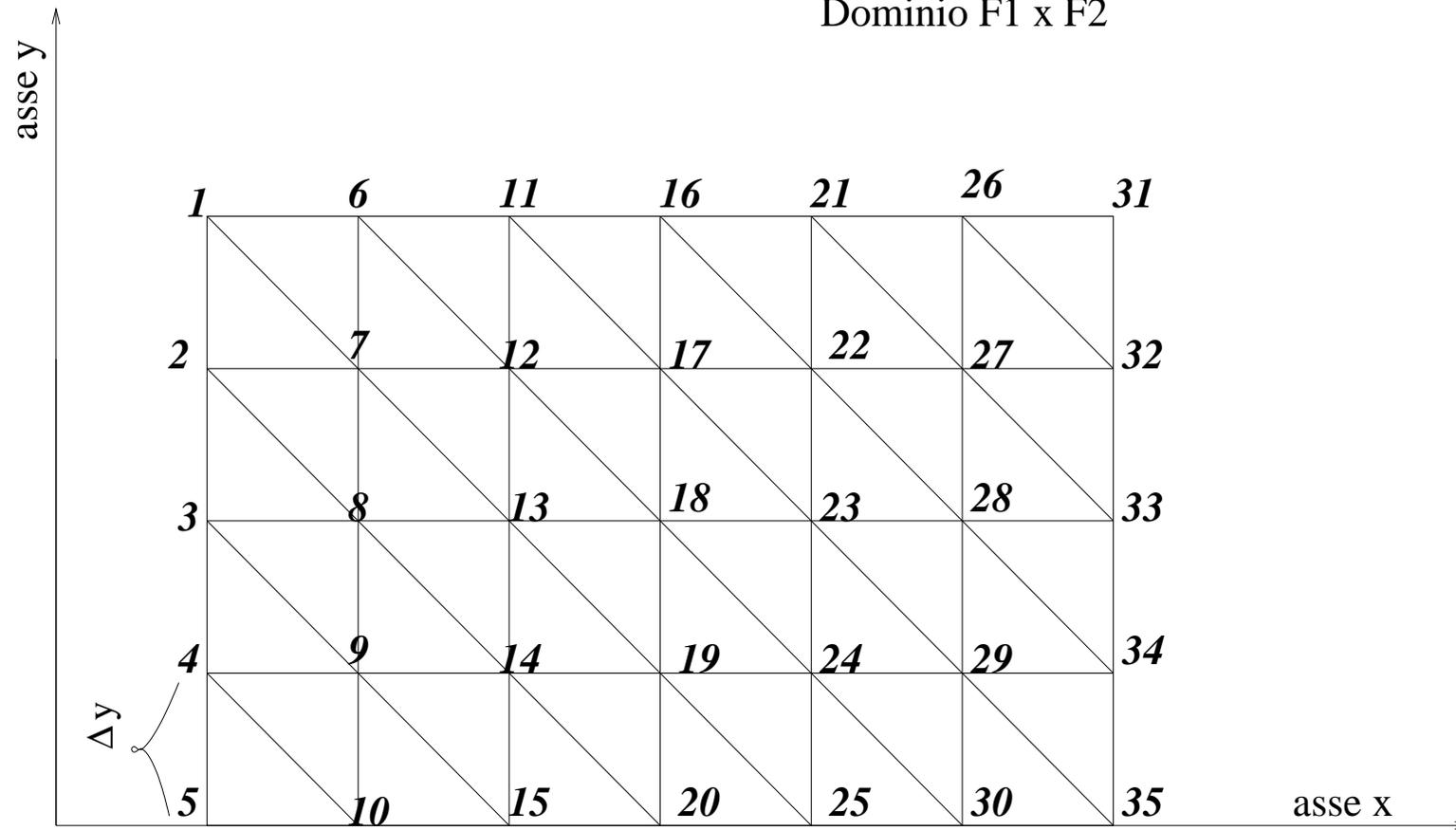
$(x_0, y_0)$

Lunghezza F1

M1 suddivisioni lungo x    M1=6

M2 suddivisioni lungo y    M2=4

Dominio F1 x F2



$(x_0, y_0)$

$\Delta x$

M1 suddivisioni lungo x    M1=6

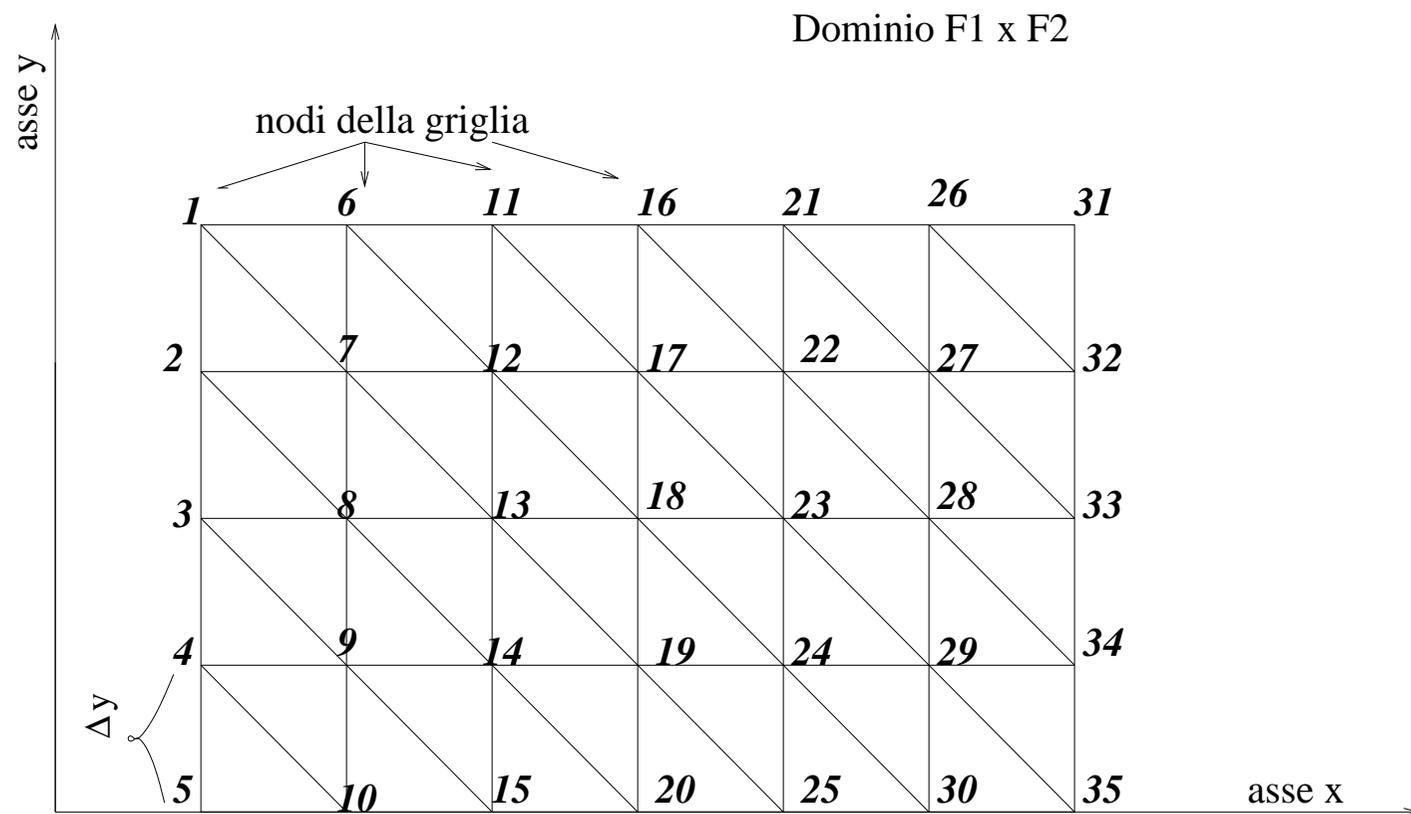
M2 suddivisioni lungo y    M2=4

Numeriamo i vertici di ciascuno triangolo (o di ciascun rettangolino) partendo dal vertice situato nell'estremo Nord-Ovest del dominio di partenza, che ha dunque coordinate  $(X_0, Y_0 + F^2)$  fino a raggiungere il vertice  $(X_0, Y_0)$ . Quindi passiamo al vertice successivo che si trova a Nord-Ovest, e proseguiamo la numerazione scendendo verso il basso. Lo schema va quindi dall'alto al basso per ogni suddivisione fatta del dominio e proseguendo a destra del dominio stesso.

Introduciamo le variabili  $N_1 = M_1 + 1$ ,  $N_2 = M_2 + 1$ .

Il numero totale dei vertici sarà dunque  $N = N_1 \times N_2$ .

Questi vertici sono chiamati **NODI** della triangolazione (o della griglia).



$(x_0, y_0)$

$\Delta x$

$M_1=6 \quad M_2=4$

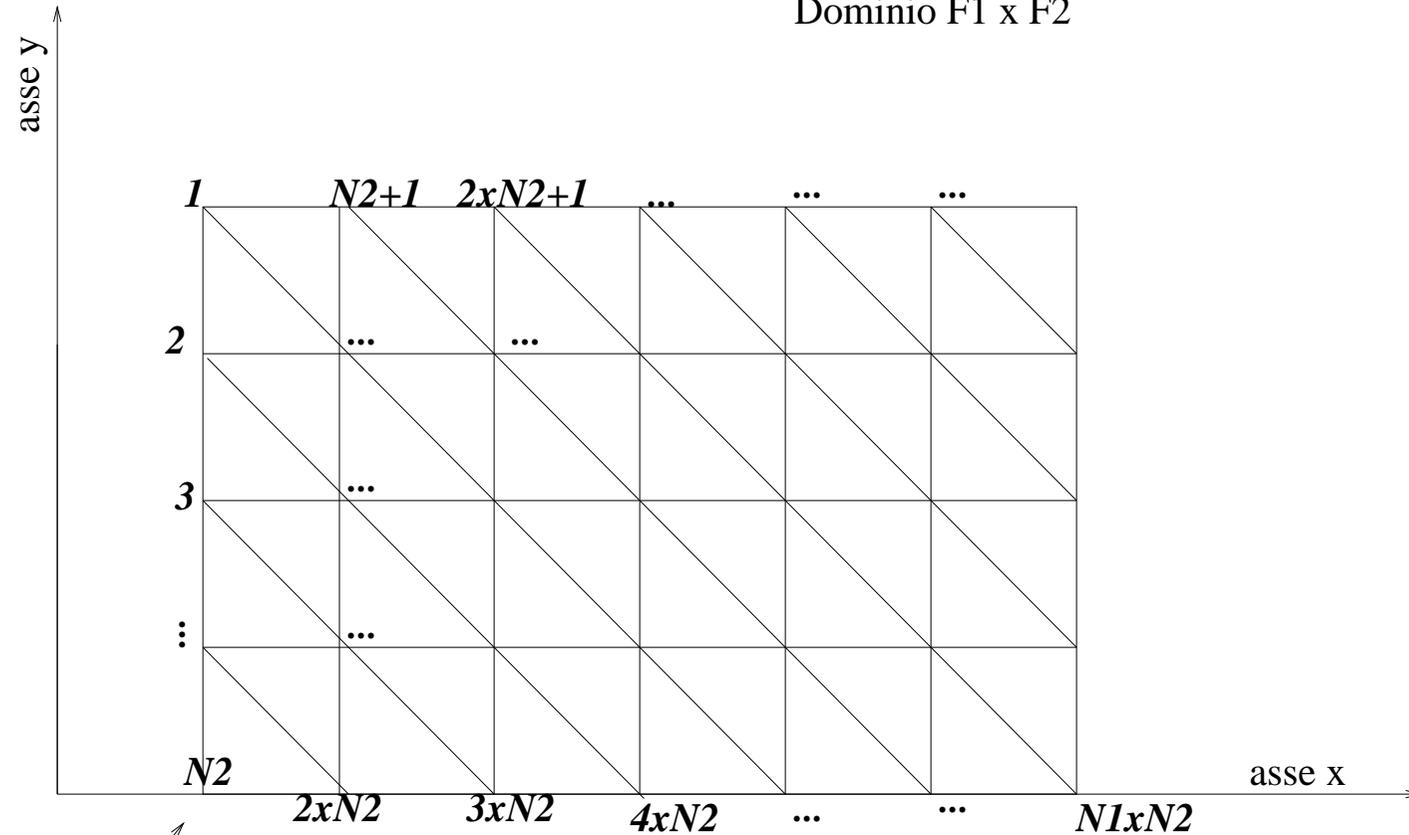
Poniamo  $N_1= M_1+1$  e  $N_2=M_2+1$

Numero totale dei nodi =  $N = N_1 \times N_2$

Nell'esempio,  $N_1=7, N_2=5 \quad N=35$

In generale abbiamo

Dominio  $F1 \times F2$



$(x_0, y_0)$

$M_1=6 \quad M_2=4$

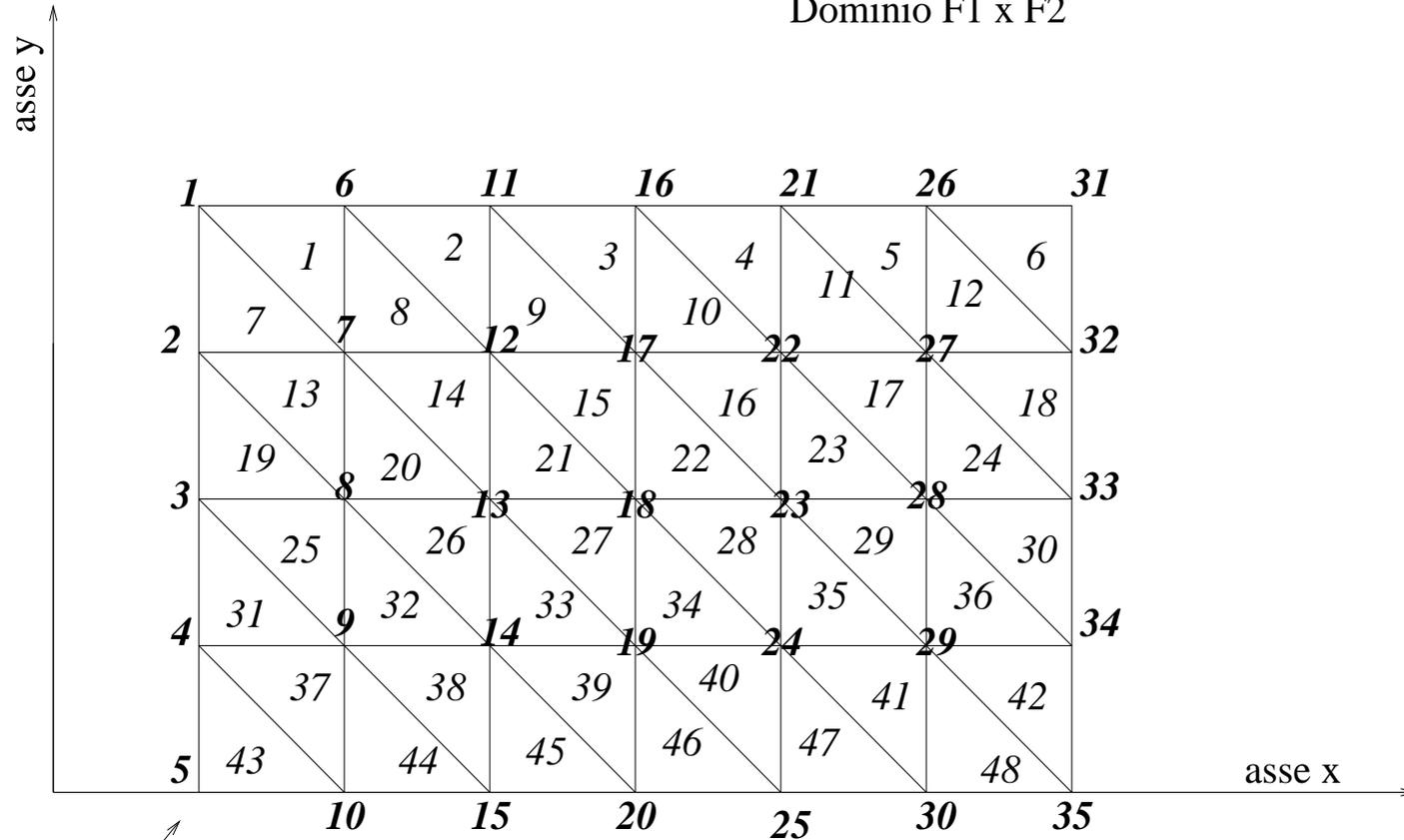
$N_1=7 \quad N_2=5$

Dobbiamo ora numerare i triangoli della griglia. La numerazione viene fatta partendo dal triangolo che ha tra i suoi vertici il nodo 1 e che si trova sul contorno del dominio e si prosegue con i triangoli della stessa fascia di bordo. Quindi si passa ai triangoli che si trovano immediatamente sotto di essi.

La numerazione è fatta da sinistra a destra partendo dall'alto.

Chiamiamo con  $NT$  (o equivalentemente con  $NTRIA$ ) il numero totale dei triangoli:  $NT = 2 \times M1 \times M2$ .

Dominio F1 x F2



(x0,y0)

Numero totale dei triangoli  $NTRIA = 2 \times M1 \times M2$

Nel nostro esempio  $M1=6, M2=4, NTRIA= 2 \times 6 \times 4 = 48$

## Calcolo delle coordinate dei nodi

Operativamente costruiamo due vettori  $x$  e  $y$  di lunghezza  $N1 \times N2$  che danno le ascisse e le ordinate di ciascuno nodo, rispettivamente.

001  $\Delta x = F1/M1$

002  $\Delta y = F2/M2$

003  $ind = 0$

004 **Per**  $j = 1, N1$

005 **Per**  $i = 1, N2$

006  $ind = ind + 1$

007  $x_{ind} = X0 + (j - 1)\Delta x$

008  $y_{ind} = Y0 + F2 - (i - 1)\Delta y$

009 **Fine Per**

010 **Fine Per**

## Sui triangoli

Ogni triangolo viene individuato dai suoi tre vertici che sono univocamente determinati in base alle coordinate.

Ordiniamo i vertici di ciascun triangolo in senso **antiorario** (questo ci servirà nell'applicazione del Metodo agli Elementi Finiti).

Perciò il triangolo 1 (vedi esempio nel grafico) è individuato dai nodi 1, 7, 6.

Il triangolo 2 è individuato dai nodi 6, 12, 11.

Possiamo quindi costruire una matrice in cui la riga  $i$ -sima dà la successione dei nodi in senso antiorario del triangolo  $i$ -simo:

1	7	6
6	12	11
11	17	16
...	...	...
1	2	7
6	7	12
11	12	17
...	...	...
4	10	9
9	15	14
...	...	...
29	35	34
4	5	10
9	10	15
...	...	...
29	30	35

Chiamiamo questa matrice TRIANG.

TRIANG ha dimensione  $NT \times 3$ .

Come costruirla? Un modo è di andare a calcolare i nodi di ciascun triangolo e andarli a scrivere su un file di testo. I dati di questo file potranno essere dunque memorizzati nella matrice TRIANG.

Costruiamo un algoritmo che calcola in senso antiorario i nodi di ciascun triangolo considerando prima i triangoli della fascia superiore e poi quelli della fascia inferiore di ciascuna striscia orizzontale con cui abbiamo suddiviso il dominio. In ciascuna fascia ci sono  $M1$  triangoli.

Per la fascia superiore consideriamo che partiamo dai nodi 1,  $1+N2+1$ ,  $1+N2$  per il primo triangolo e che il primo nodo del secondo triangolo è l'ultimo del primo.

Per la fascia inferiore partiamo dai nodi  $1, 2, 1 + N2 + 1$  per il primo triangolo di questa fascia, e nel successivo triangolo il secondo nodo corrisponde all'ultimo del triangolo precedente.

Tenendo conto che le relazioni che valgono tra il primo e il secondo triangolo di ciascuno fascia possono essere generalizzate a due triangoli successivi di ogni fascia, possiamo scrivere l'algoritmo seguente:

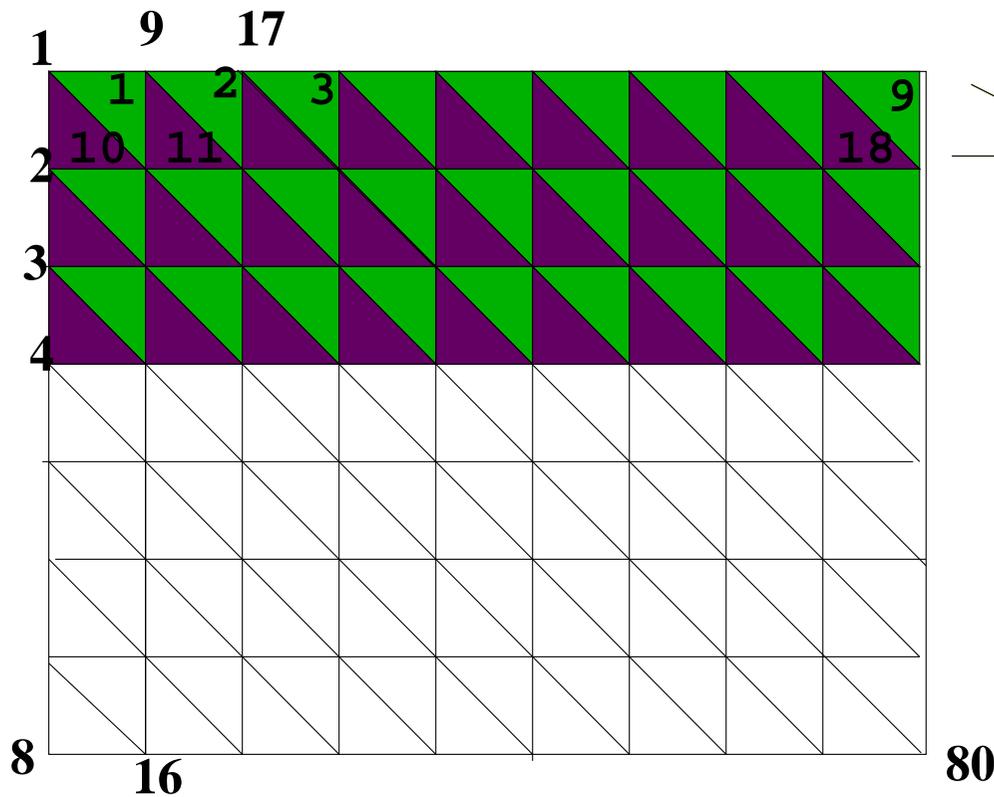
## Algoritmo per il calcolo dei vertici dei triangoli

```
001      Per  $i = 1, M2$ 
002           $e_3 = i$ 
003          Per  $j = 1, M1$ 
004               $e_1 = e_3$ 
005               $e_2 = e_1 + N2 + 1$ 
006               $e_3 = e_2 - 1$ 
007              scrivi su un file di testo i valori  $e_1, e_2, e_3$ .
008          Fine Per
009           $a_3 = i + 1$ 
010          Per  $j = 1, M1$ 
011               $a_2 = a_3$ 
012               $a_1 = a_3 - 1$ 
013               $a_3 = a_2 + N2$ 
```

014                                   scrivi su un file di testo i valori  $a_1, a_2, a_3$ .

015                                   **Fine Per**

016                                   **Fine Per**

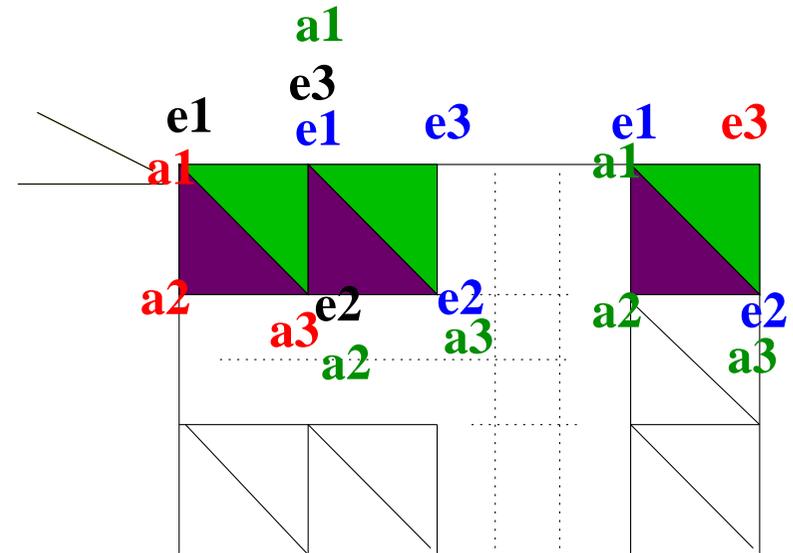


$$M1=9 \quad M2=7$$

$$N1=10 \quad N2=8$$

$$NTRIA=2 \times 9 \times 7 = 126$$

$$NN=10 \times 8 = 80$$



$$e1=e3=1$$

$$e2=e1+N1+1$$

$$e3=e2-1$$

$$e1=e3$$

$$e2=e1+N1+1$$

$$e3=e2-1$$

$$a2=a3=2$$

$$a1=a3-1$$

$$a3=a2+N2$$

$$a2=a3$$

$$a1=a3-1$$

$$a3=a2+N2$$

## Visualizzazione della griglia

Un programma FORTRAN che esegue tutti gli algoritmi ora descritti è disponibile in rete sotto il nome di `griglia.f`. In MATLAB, si ha un programma simile, chiamato `griglia.m` che permette anche la visualizzazione della griglia (con la numerazione dei nodi e dei triangoli).

Per visualizzare solo la griglia (il dominio rettangolare e la triangolazione effettuata) in AUTOCAD è disponibile il programma `griglia_cad.f`.

`griglia_cad.f` permette di visualizzare in AUTOCAD la griglia. Chi ha maggiori conoscenze di AUTOCAD saprà trovare il modo di visualizzare la numerazione dei nodi. È un programma FORTRAN che utilizza un file di output ottenuto dal programma `griglia.f` e genera un file da utilizzare in ambiente CAD.

Se uno non riesce a fare il grafico della griglia nè in MATLAB nè in AUTOCAD può farlo in maniera più “grossolana” utilizzando altri semplici programmi grafici.

È sconsigliata la grafica FORTRAN perchè è alquanto laboriosa e complicata.