

	A	B	C	D	E	F	G
1	Numero addetti x_i	Pezzi prodotti y_i	$x_i - \mu_x$	$y_i - \mu_y$	$(x_i - \mu_x) \times (y_i - \mu_y)$	$(x_i - \mu_x)^2$	$(y_i - \mu_y)^2$
2	7	55	-3	-8,4	25,2	9,0	70,6
3	8	58	-2	-5,4	10,8	4,0	29,2
4	10	67	0	3,6	0,0	0,0	13,0
5	12	68	2	4,6	9,2	4,0	21,2
6	13	69	3	5,6	16,8	9,0	31,4
7	50	317	0	0	62,0	26,0	165,2
8	$\mu_x =$	10,0					
9	$\mu_y =$	63,4					
10							
11		$r =$	0,946	<=E7/RADQ(F7*G7)			
12		$r =$	0,946	<=PEARSON(A2:A6:B2:B6)			
13							

Figura 5.11 La formula e la funzione per il calcolo del coefficiente r di Pearson.

Proposta di soluzione in Excel

La tabella di Figura 5.11 non presenta difficoltà nei calcoli da svolgere sulle colonne. Il calcolo di r viene svolto dalla formula della cella C11 copiando esattamente quanto visto nel testo. Excel fornisce anche due funzioni per il calcolo immediato: PEARSON() e CORRELAZIONE() che utilizzano come parametri gli intervalli della X e della Y . Naturalmente il risultato sarà lo stesso del precedente.

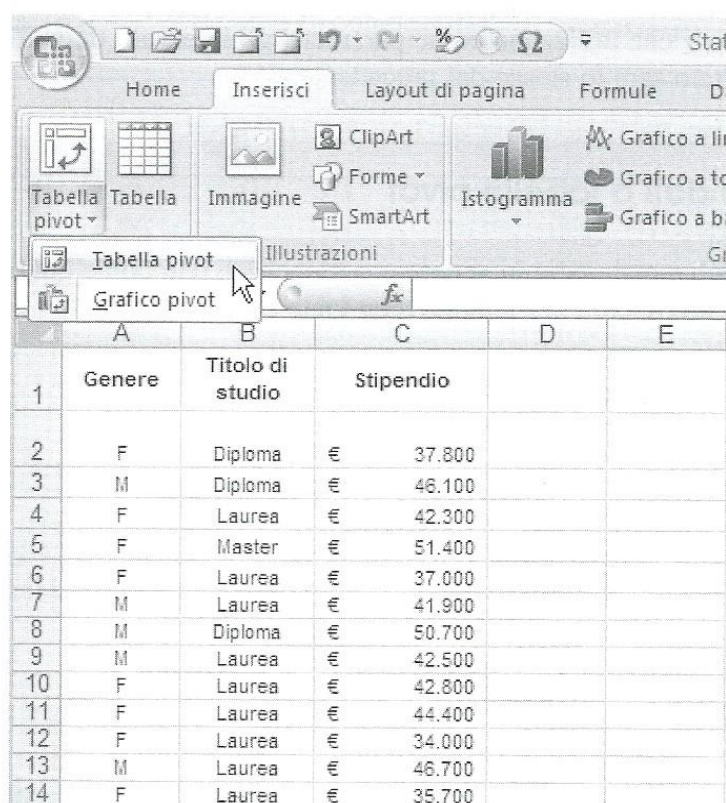
5.5 Da serie dati a tabelle pivot

Nel lavoro quotidiano si opera in genere con elenchi di dati come quello mostrato nella Figura 5.12, magari ancora più lunghi e con tante colonne.

	A	B	C
1	Genere	Titolo di studio	Stipendio
2	F	Diploma	€ 37.800
3	M	Diploma	€ 48.100
4	F	Laurea	€ 42.300
5	F	Master	€ 51.400
6	F	Laurea	€ 37.000
7	M	Laurea	€ 41.800
8	M	Diploma	€ 50.700
9	M	Laurea	€ 42.500
10	F	Laurea	€ 42.800
11	F	Laurea	€ 44.400
12	F	Laurea	€ 34.000
13	M	Laurea	€ 46.700
14	F	Laurea	€ 35.700
15	F	Laurea	€ 43.500
16	M	Diploma	€ 37.700
17	F	Laurea	€ 41.700

Figura 5.12 Nella maggior parte dei casi si lavora con lunghi elenchi di dati.

In Excel è presente la funzionalità Tabella pivot, molto utile in quanto permette di raggruppare i dati presentandoli sotto forma di tabelle a doppia entrata come quelle viste in questo capitolo. In questo modo si riesce a trasformare, con pochi semplici comandi, gli elenchi in tabelle contenenti informazioni aggregate distribuite su poche righe e colonne. Si considerino i dati presenti nella tabella: due colonne contengono dati categoriali (Genere e Titolo di studio), la terza i dati dello stipendio; iniziamo a raggruppare genere e titolo di studio creando una tabella a doppia entrata 2×4 , ossia di 2 righe per 4 colonne. Sulle righe si porranno le due modalità di Genere (Maschio, Femmina) e sulle colonne le 3 modalità del Titolo di studio (Diploma, Laurea, Master). Selezionare la scheda Inserisci del Menù: comparirà l'icona del comando Tabella pivot come mostrato in Figura 5.13. Comparirà la finestra di Figura 5.14 per le impostazioni della tabella. Di norma sarà Excel stesso che indicherà l'intervallo dentro il quale è contenuta la tabella, altrimenti basterà selezionare le celle sul foglio per far comparire l'intervallo nella riga della finestra. In basso, selezionare il pulsante sulla riga Nuovo foglio di lavoro: Excel creerà un nuovo foglio con la tabella creata, lasciando l'elenco dei dati nel vecchio. Confermare con OK. Excel farà comparire in un nuovo foglio lo schema vuoto della tabella a doppia entrata che si vuole creare (Figura 5.15): occorre com-



	A	B	C	D	E
1	Genere	Titolo di studio	Stipendio		
2	F	Diploma	€ 37.800		
3	M	Diploma	€ 46.100		
4	F	Laurea	€ 42.300		
5	F	Master	€ 51.400		
6	F	Laurea	€ 37.000		
7	M	Laurea	€ 41.900		
8	M	Diploma	€ 50.700		
9	M	Laurea	€ 42.500		
10	F	Laurea	€ 42.800		
11	F	Laurea	€ 44.400		
12	F	Laurea	€ 34.000		
13	M	Laurea	€ 46.700		
14	F	Laurea	€ 35.700		

Figura 5.13 Il comando per avviare la procedura guidata per la costruzione delle tabelle pivot.

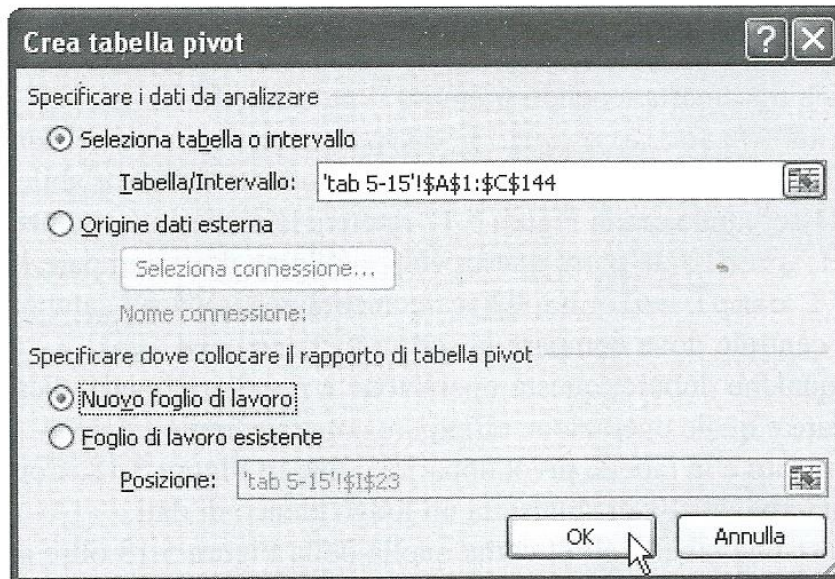


Figura 5.14 Finestra delle impostazioni iniziali della tabella pivot.

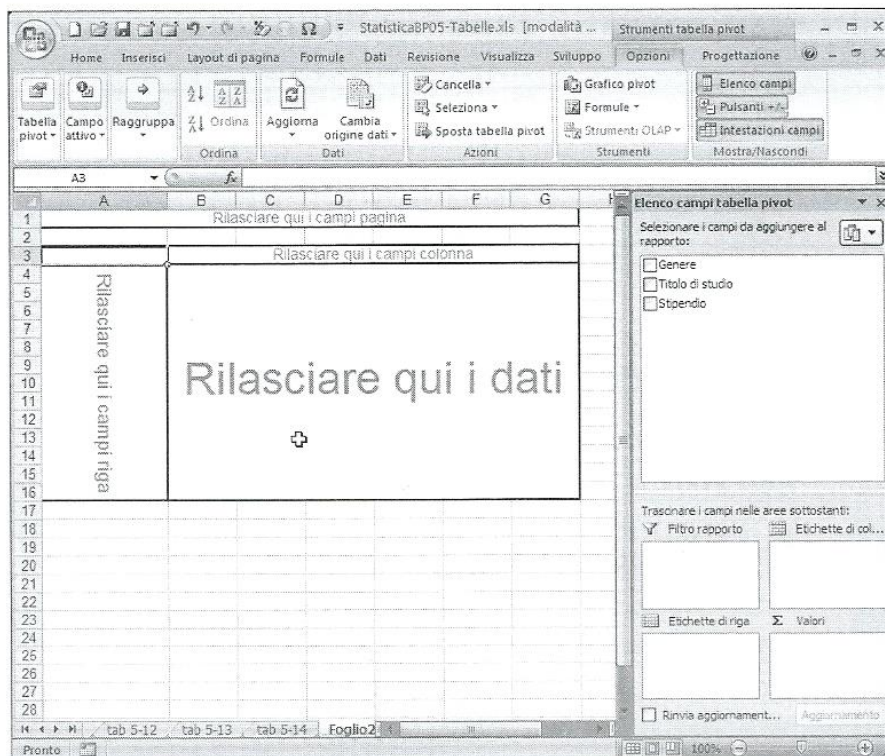


Figura 5.15 Schema per la scelta delle opzioni per le tabelle pivot.

pletare lo schema trascinando nelle aree vuote della tabella i nomi dei campi che compaiono nella finestra a destra della videata. Osservando la Figura 5.16, cliccare sull'etichetta **Genere** e trascinarla tenendo premuto il pulsante del mouse fino alla zona dove compare la scritta **Rilasciare qui i campi riga** (è scritta nel senso contrario) e rilasciare il pulsante del mouse: le etichette delle modalità della variabile verranno inserite nell'area. Osservando ora la Figura 5.17 ripetere la medesima operazione per il campo **TITOLO DI STUDIO** da porre questa volta nell'area dove compare la scritta **Rilasciare qui i campi colonna**. Cliccare ancora una volta sul campo **Genere** e portarlo nell'area centrale dove compare la scritta **Rilasciare qui i dati**: anche se può suscitare qualche dubbio, questa operazione è necessaria per indicare ad Excel su quali dati operare e quale operazione effettuare come vedremo tra poco. Per il momento il lavoro è terminato e la tabella pivot apparirà come in Figura 5.18. Con pochi colpi di clic si è ricavata una tabella di sintesi da un lungo elenco di dati.

Per costruire una tabella pivot come quella della Figura 5.18 oltre alle due caratteristiche da incrociare tra loro (nel nostro caso **Genere** e **TITOLO DI STUDIO**) ne occorre una terza da utilizzare per ottenere i valori da inserire nelle singole celle. Osservando la figura si vede che in ogni cella Excel ha inserito il numero di persone che possiedono contemporaneamente entrambe le caratteristiche: **maschi con diploma**, **maschi con laurea**, ecc. Excel ammette numerose altre operazioni oltre al conteggio: si possono inserire la somma, la media, i valori percentuali, il valore minimo o massimo in funzione dell'obiettivo da raggiungere.

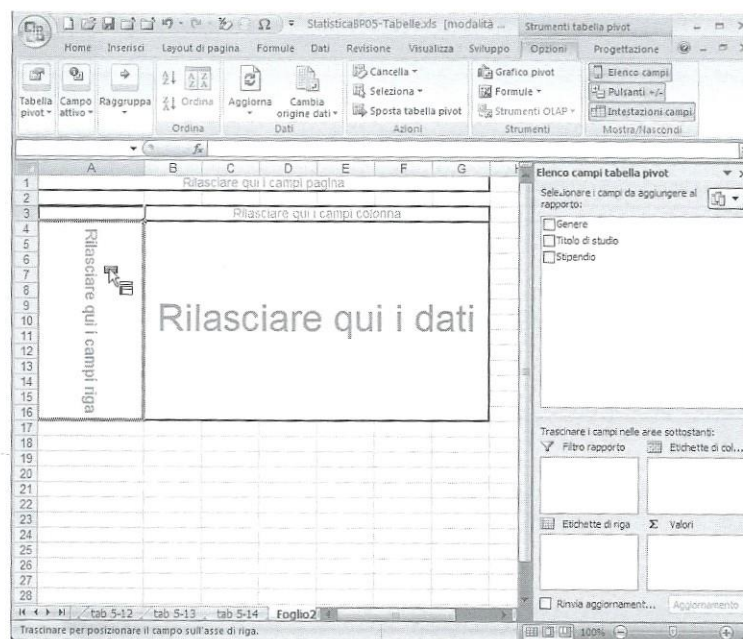


Figura 5.16 Trascinare i nomi dei campi nelle aree destinate a contenerli.

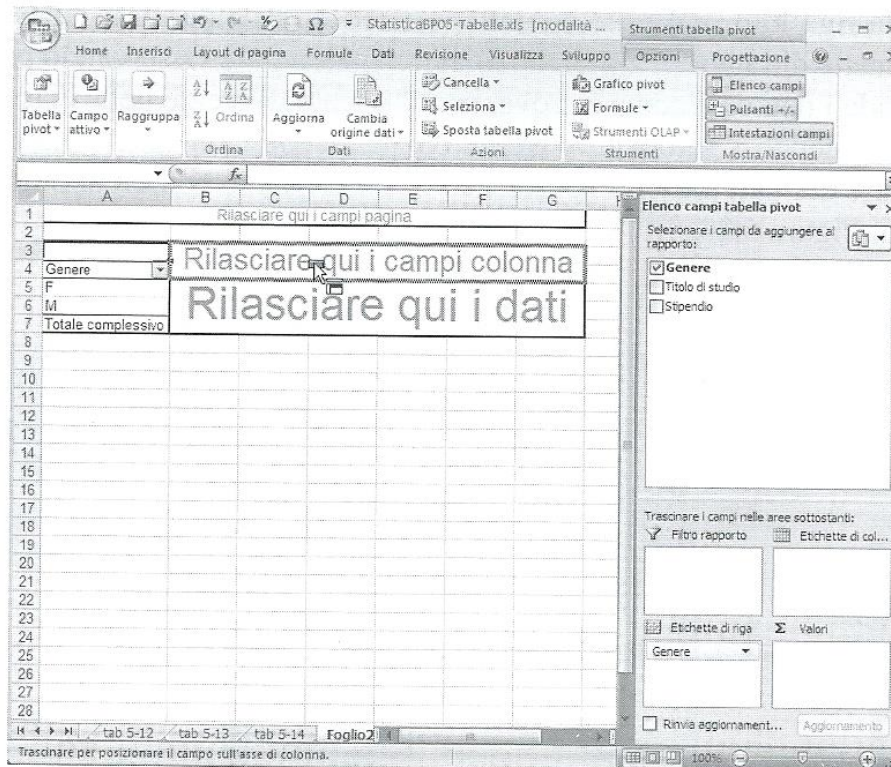


Figura 5.17 I campi andranno inseriti come intestazione di righe e colonne.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3	Conteggio di Genere	Titolo di studio				
4	Genere	Diploma	Laurea	Master	Totale complessivo	
5	F	26	56	1	83	
6	M	23	37		60	
7	Totale complessivo	49	93	1	143	
8						

Figura 5.18 La tabella pivot.

Possiamo ripetere l'esercizio ponendo sulle righe il Titolo di studio e sulle colonne lo Stipendio; attenzione però: nell'area dati Excel con i suoi automatismi invece del conteggio può porre nelle celle la somma dei valori.

È buona norma verificare passo dopo passo le operazioni che "in forma automatica" Excel compie perché possono non coincidere con quanto si desidera ottenere. Cosa succede se inseriamo in una tabella pivot un campo numerico come quello dato dallo Stipendio? Semplicemente Excel creerà tante colonne (o righe) per ogni differente valore trovato. Si può osservare il pessimo risultato ottenuto in Figura 5.19. Per evitare di ottenere tabelle enormi e quasi tutte vuote selezionare la tabella pivot e premere il tasto destro del mouse (il sinistro per i mancini) per far comparire il menù rapido di Figura 5.20.

Selezionare la riga Raggruppa e confermare con OK. Comparirà la finestra di Figura 5.21 che permette di raggruppare in modo automatico i dati. Osservando però la figura Excel suddivide i dati così come li trova, con il rischio di creare delle classi prive di significato. Sostituendo i valori proposti automaticamente con quelli della Figura 5.22 scelti sulla base dei dati presenti nell'elenco e confermando con OK si ottiene il risultato mostrato in Figura 5.23.

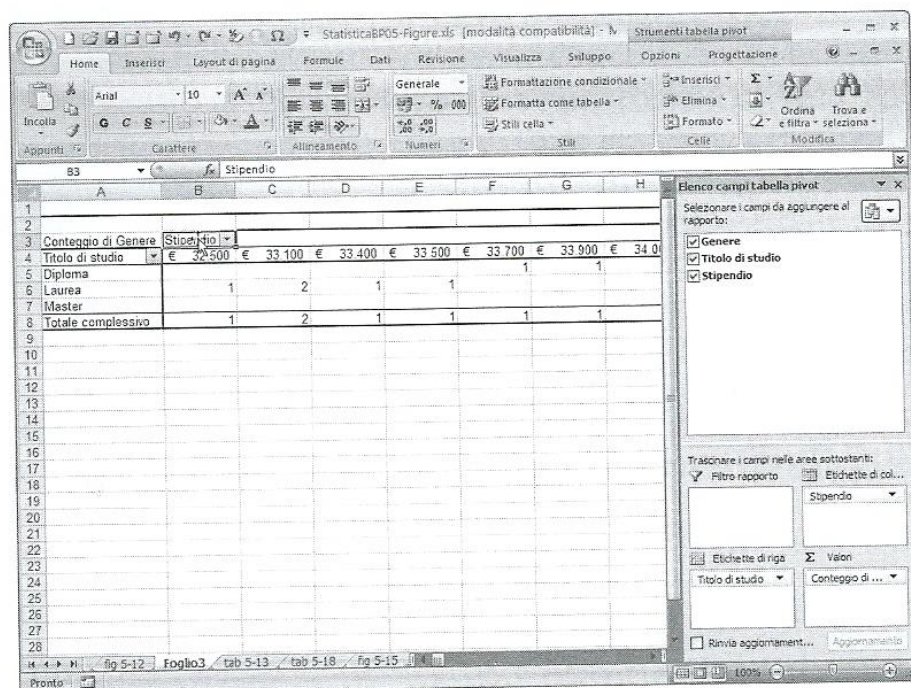


Figura 5.19 Inserimento di un campo con dati quantitativi nelle intestazioni.

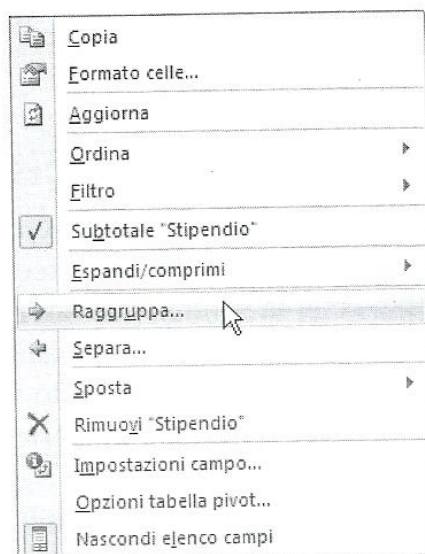


Figura 5.20 Finestra del Menù rapido.

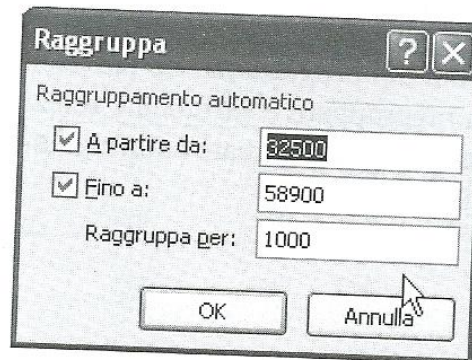


Figura 5.21 Opzioni per il raggruppamento automatico proposte da Excel.

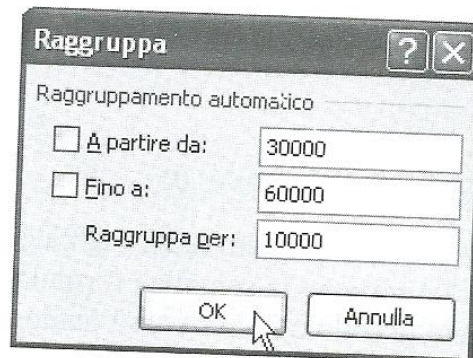


Figura 5.22 Le opzioni effettivamente utilizzate.

	30000-39999	40000-49999	50000-59999	Totale complessivo
Diploma	13	31	5	49
Laurea	36	50	7	93
Master			1	1
Totale complessivo	49	81	13	143

Figura 5.23 La tabella con i dati raggruppati.

Tutte le impostazioni finora scelte possono esser cambiate, prima o durante il lavoro, segno di grande flessibilità del programma. Se per esempio si volesse tornare a visualizzare i dati iniziali non raggruppati, è sufficiente selezionare la riga di intestazione delle colonne, premere il tasto destro e cliccare sulla riga *Separa* (compare nella Figura 5.20) per ritornare allo stato iniziale.

5.6 Esercizi

Esercizio 5.1

Data la tabella a doppia entrata 2×2 si calcolino:

1. I totali di riga e colonna
2. Le frequenze attese
3. Il valore del χ^2

La tabella dell'esercizio è mostrata in Figura 5.24. Per calcolare i totali di riga e di colonna selezionare la cella E3 e scrivere la semplice formula diretta $=C3+D3$. Trascinare fino alla cella E5. Selezionare la cella C5 e scrivere l'analogia formula $=C3+C4$ e trascinare in D5. Il risultato apparirà come in Figura 5.25. Il calcolo delle frequenze attese e del Chi-quadrato conviene svolgerlo nelle celle in basso. Ricordando che la frequenza attesa per una cella si ottiene dal prodotto dei rispettivi totali di riga e di colonna, in C8 si scriva la formula $=\$E3*C\$5/\$E\5 . La formula impiega sia indirizzi relativi che assoluti segnalati dalla presenza del $\$$: il motivo, lo ripetiamo, deriva dal fatto di scrivere una sola formula da ricopiare nelle restanti celle. Fissando alternativamente la colonna (come nel caso di $\$E3$ quando copio la formula verso destra) o la riga (come in C $\$5$ quando copio in basso), verranno sempre indicate ad Excel le celle dei totali. Nella Figura 5.26, nelle celle adiacenti alle tabelle sono state inserite le formule impiegate.

Nella tabella sulle righe 12 e 13 sono calcolati i quadrati delle differenze tra le frequenze osservate e quelle attese e il rapporto tra dette differenze e le frequenze attese. Infine nella cella E14 è stato calcolato il Chi-quadrato come somma dei valori della ta-

	A	B	C	D	E
1			Y		
2			a	b	
3	X	1	20	30	
4		2	30	45	
5					

Figura 5.24 Tabella iniziale dell'esercizio.

	A	B	C	D	E	F
1			Y			
2			a	b		
3	X	1	10	40	50	$\leq C3+D3$
4		2	40	25	65	$\leq C4+D4$
5			50	65	115	
6						

Figura 5.25 Calcolo dei totali di riga e colonna.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1			Y					
2			a	b				
3	X	1	10	40	50	$\leq C3+D3$		
4		2	40	25	65	$\leq C4+D4$		
5			50	65	115			
6								
7			Frequenze attese					
8			21,7	28,3	$=\$E3*\$C\$5/\$E\$5$	$=\$E3*\$D\$5/\$E\$5$		
9			28,3	36,7	$=\$E4*\$C\$5/\$E\$5$	$=\$E4*\$D\$5/\$E\$5$		
10								
11			Contingenze					
12			6,34	4,88	$=(C3-C8)^2/C8$	$=(D3-D8)^2/D8$		
13			4,88	3,75	$=(C4-C9)^2/C9$	$=(D4-D9)^2/D9$		
14			Chi quadro:		19,84	$\leq \text{SOMMA}(C12:D13)$		

Figura 5.26 Formule impiegate per il calcolo delle frequenze attese, delle contingenze e del Chi-quadrato.

	A	B	C	D	E
1			Y		
2			a	b	
3	X	1	20	30	
4		2	30	45	
5					

Figura 5.27 Dati da sostituire nell'esempio.

bella. Se le frequenze osservate fossero molto vicine o uguali a quelle attese, a quale valore tenderà il Chi-quadrato? Provare ad osservare il risultato semplicemente sostituendo i valori della tabella di Figura 5.27 nella tabella iniziale dell'esercizio.

Esercizio 5.2

Data la tabella a doppia entrata 3×4 si calcolino:

1. I totali di riga e colonna
2. Le frequenze attese
3. Il valore del χ^2

Questo esercizio si svolge in forma analoga al precedente. La Figura 5.28 mostra la tabella iniziale dell'esercizio. Per calcolare i totali selezionare la cella G3 e scrivere la formula `=SOMMA(C3:F3)`. Trascinare in basso fino alla cella G6. Rifare lo stesso percorso per i totali di colonna. Il risultato apparirà come in Figura 5.29. In C9 si scriva la formula `=$G3*C$6/$G$6` e la si trascini nelle 12 celle della tabella. In C13 si scriva la formula `=(C3-C9)^2/C9` e la si trascini anche questa nel resto della tabella.

Il risultato dovrà apparire come in Figura 5.30. Nella cella G15 si calcoli la somma delle celle della tabella delle contingenze ottenendo il Chi-quadrato.

	A	B	C	D	E	F
1			Y			
2			a	b	c	d
3	X	1	8	12	21	7
4		2	5	15	30	50
5		3	20	6	8	3

Figura 5.28 Tabella iniziale dell'esercizio.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1			Y					
2			a	b	c	d		
3	X	1	8	12	21	7	48	<code>=SOMMA(C3:F3)</code>
4		2	5	15	30	50	100	<code>=SOMMA(C4:F4)</code>
5		3	20	6	8	3	37	<code>=SOMMA(C5:F5)</code>
6			33	33	59	60	185	<code>=SOMMA(G3:G5)</code>
7								

Figura 5.29 Calcolo dei totali di riga e colonna.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1			Y					
2			a	b	c	d		
3		1	8	12	21	7	48	=SOMMA(C3:F3)
4	X	2	5	15	30	50	100	=SOMMA(C4:F4)
5		3	20	6	8	3	37	=SOMMA(C5:F5)
6			33	33	59	60	185	=SOMMA(G3:G5)
7								
8			Frequenze attese					
9			8,6	8,6	15,3	15,6		=\$G3*\$C\$6/\$G\$6
10			17,8	17,8	31,9	32,4		=\$G4*\$C\$6/\$G\$6
11								
12			Contingenze					
13			0,04	1,38	2,12	4,72		=(C3-C9)^2/C9
14			9,24	0,45	0,11	9,52		=(C4-C10)^2/C10
15							Chi quadro:	27,57 <=SOMMA(C13:F14)
16								

Figura 5.30 Formule impiegate per il calcolo delle frequenze attese, delle contingenze e del Chi-quadrato.

Esercizio 5.3

La tabella del foglio “Esercizio 5.3” contiene il genere e la nazionalità dei clienti di un albergo. Utilizzando la funzionalità di Excel per creare le tabelle pivot, si crei la tabella a doppia entrata 2×3 e si calcolino:

1. Le frequenze attese
2. Il valore del χ^2

La Figura 5.31 mostra la tabella con i dati iniziali dell'esercizio. La nazionalità dei clienti è indicata come “IT” per gli italiani, “EU” per gli appartenenti all'Unione Europea non italiani e infine “non EU” per tutti gli altri stati del mondo. L'esercizio chiede di costruire una tabella a doppia entrata ponendo sulle righe il genere (due modalità, maschio e femmina) e sulle colonne la nazionalità dei clienti (tre modalità, “IT”, “EU”, “non EU”). Per ricavare una tabella riassuntiva da un elenco di dati conviene utilizzare la funzionalità Tabella Pivot di Excel, strumento abbastanza semplice e nello stesso tempo di grande efficacia. Dare il comando **Tabella pivot** la cui icona si trova sulla scheda **Inserisci** del Menù come mostrato in Figura 5.32 Excel farà comparire in un nuovo foglio uno schema di tabella a doppia entrata che occorre completare. Facendo riferimento alla Figura 5.33, cliccare sull'etichetta **Genere** che appare nella parte destra della videata e trascinare tenendo premuto il pulsante del mouse fino alla zona dove compare la scritta **Rilasciare qui i campi riga** e rilasciare il pulsante del mouse. Ripeterete

	A	B	C
1	Cliente	Genere	Nazionalità
2	1	F	EU
3	2	M	IT
4	3	M	IT
5	4	F	IT
6	5	M	non EU
7	6	F	EU
8	7	M	non EU
9	8	F	IT
10	9	F	non EU
11	10	M	IT
12	11	M	IT
13	12	M	IT
14	13	M	non EU
15	14	M	EU
16	15	M	IT
17	16	M	IT
18	17	M	EU
19	18	F	EU
20	19	F	EU
21	20	M	IT

Figura 5.31 Prime righe della tabella dei dati originali.

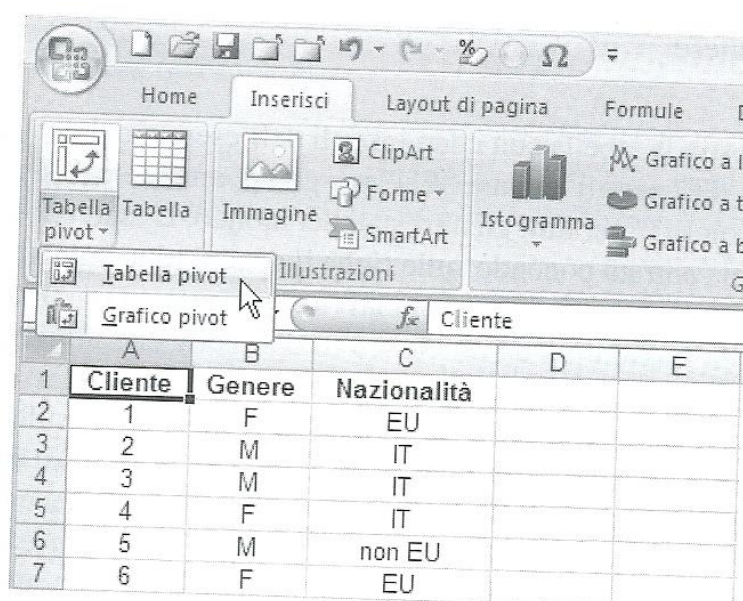


Figura 5.32 Il comando Tabella pivot sulla scheda Inserisci del Menu.

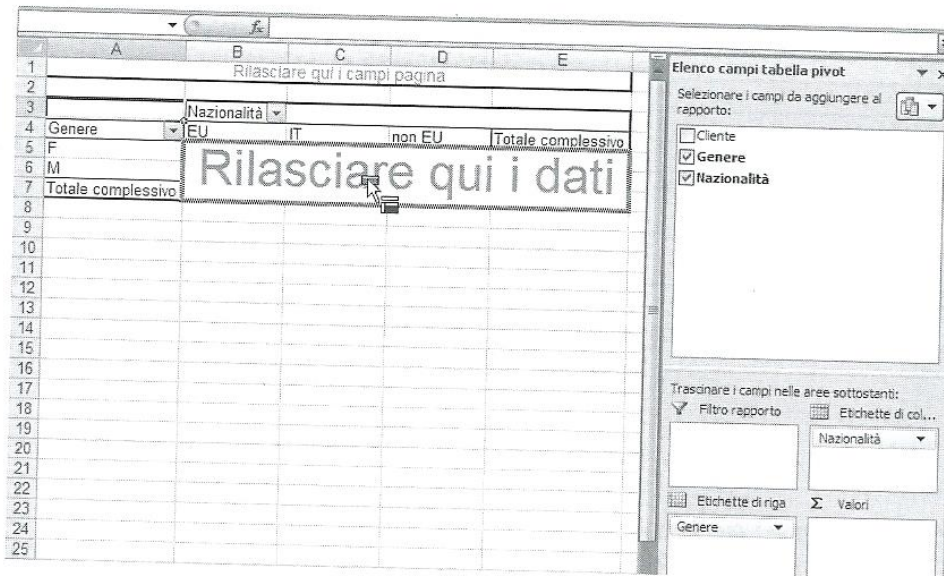


Figura 5.33 Schema della tabella pivot da completare in base alle indicazioni fornite.

L'operazione per il campo *Nazionalità* da porre sulla zona dove compare la scritta *Rilasciare qui i campi pagina*. Cliccare ancora una volta sul campo *genere* e portarlo nell'area centrale dove compare la scritta *Rilasciare qui i dati*. Al termine la tabella pivot apparirà come in Figura 5.34. Con pochi colpi di clic si è ricavata una tabella di sintesi da un lungo elenco di dati.

A questo punto non resta che completare le operazioni svolgendo i calcoli per trovare le frequenze attese, le contingenze e infine il Chi-quadrato. Prima conviene copiare la tabella con il comando *Copia/Incolla/Incolla valori* nelle righe in basso, come mostrato nella Figura 5.35, per togliere tutti i riferimenti e le funzioni che Excel utilizza nel costruire la tabella pivot⁷. Il passo successivo sarà quello di

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3	Conteggio di Genere	Naziona				
4	Genere	EU	IT	non EU	Totale	
5	F	20	8	10	38	
6	M	23	55	18	96	
7	Totale	43	63	28	134	
8						

Figura 5.34 Excel crea la tabella pivot secondo le indicazioni fornite dall'utente.

⁷ Senza questo passaggio i meno esperti potrebbero incontrare difficoltà nella formattazione e nella gestione delle successive formule. La tabella pivot è ancorata al foglio con i dati originali e questo si traduce in alcune rigidità nel suo funzionamento.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3	Conteggio di Genere	Naziona				
4	Genere	EU	IT	non EU	Totale	
5	F	20	8	10	38	
6	M	23	55	18	96	
7	Totale	43	63	28	134	
8						
9	Frequenze osservate					
10		20	8	10	38	
11		23	55	18	96	
12		43	63	28	134	
13						

Figura 5.35 Ricopiare i dati della tabella pivot in una nuova con il comando Copia/Incolla/Incolla valori consente di sganciare i dati dalla tabella originale.

calcolare le frequenze attese scrivendo nella cella B15 la formula $=\$E10*\$B\$12/\$E\$12$ per trascinarla fino alla cella D16. In B19 scrivere $=(B10-B15)^2/B15$ e trascinare fino a D20. Infine in una cella in basso calcolare la somma per ottenere il Chi-quadrato. Al termine della operazione il risultato dovrebbe apparire come mostrato in Figura 5.36.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3	Conteggio di Genere	Naziona				
4	Genere	EU	IT	non EU	Totale	
5	F	20	8	10	38	
6	M	23	55	18	96	
7	Totale	43	63	28	134	
8						
9	Frequenze osservate					
10		20	8	10	38	
11		23	55	18	96	
12		43	63	28	134	
13						
14	Frequenze attese					
15	$=\$E10*\$B\$12/\$E\$12 >$	12.19	17.87	7.94		
16		30.81	45.13	20.06		
17						
18	Contingenze					
19	$=(B10-B15)^2/B15 >$	5.00	5.45	0.53		
20		1.98	2.16	0.21		
21						
22	Chi quadrato:	15.33	$< =SOMMA(B19:D20)$			
23						

Figura 5.36 Prospetto finale con i risultati dell'esercizio.