
EEE Internal Note

*The content of this note is intended for EEE internal use
and distribution only*

08/11/2018

Misura della distribuzione angolare dei raggi cosmici secondari con i telescopi del Progetto EEE (REV. 1)

Paola La Rocca¹, Marina Trimarchi²

¹) *Dipartimento di Fisica dell'Università di Catania e INFN-Sezione di Catania*

²) *Dipartimento di Fisica dell'Università di Messina e INFN-Sezione di Catania*

Abstract

Nella presente nota è descritta una procedura di analisi per estrarre la distribuzione dell'angolo zenitale dei muoni cosmici secondari, utilizzando i dati sperimentali acquisiti dai telescopi EEE. L'analisi descritta è stata sviluppata nell'ambiente di lavoro Microsoft Excel ed è stata sviluppata in occasione dell'International Cosmic Day 2018.

La guida si articola nelle seguenti sezioni:

1. Scopo della misura
2. Dati sperimentali e dati simulati
3. Verifica componente aggiuntivo "Analisi dati"
4. Importazione dei dati
5. Analisi dei dati
6. Realizzazione dei grafici

APPENDICE

1. Scopo della misura

Durante il corso di questa esercitazione ci proponiamo di estrarre, dai dati acquisiti dai telescopi EEE, la distribuzione dell'angolo zenitale dei muoni cosmici secondari. Ricordiamo che i telescopi EEE forniscono le informazioni relative alla direzione di ciascuna particella rivelata. Facendo riferimento alla figura 1, l'angolo zenitale θ rappresenta l'angolo compreso tra la direzione della particella cosmica e l'asse verticale Z. Oltre all'angolo zenitale θ , i telescopi forniscono anche l'angolo azimutale φ , cioè l'angolo compreso tra la proiezione della direzione della particella sul piano orizzontale XY e l'asse X corrispondente al lato lungo delle camere MRPC.

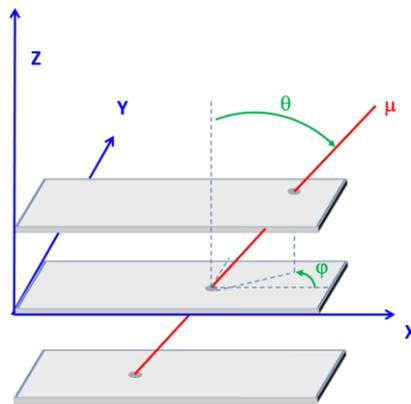


FIGURA 1: Sistema di assi cartesiani dei telescopi EEE.

La misura della distribuzione angolare zenitale consiste nel valutare il flusso di muoni in corrispondenza delle varie direzioni θ . Se i cosmici secondari giungessero al suolo provenendo con la stessa probabilità da tutte le direzioni, per questioni geometriche la distribuzione angolare zenitale dovrebbe seguire un andamento $\sin(\theta)$. Il motivo è facilmente intuibile se si osserva quanto rappresentato in figura 2: l'area individuata da una corona circolare di spessore infinitesimo $d\theta$ aumenta in corrispondenza di angoli θ maggiori. Di conseguenza anche il flusso di muoni che incidono sulla superficie di questa corona circolare, essendo direttamente proporzionale a tale area, è via via maggiore per angoli θ crescenti.

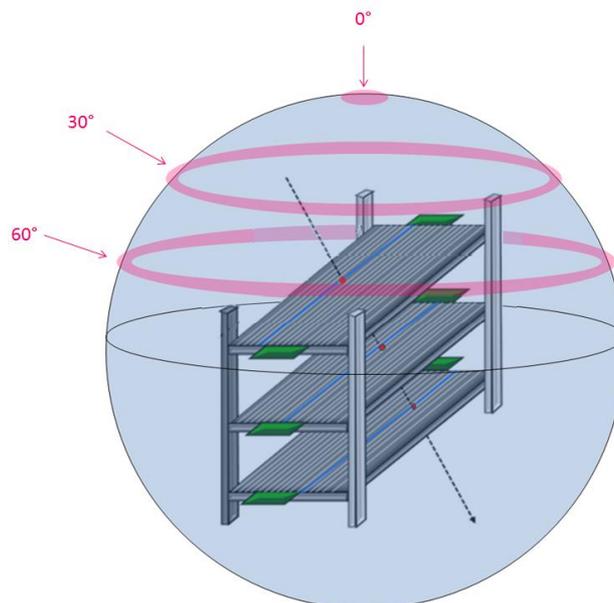


FIGURA 2: Schematizzazione dell'area sottesa da corone circolari di spessore infinitesimo $d\theta$.

Tuttavia, a causa dell'effetto di assorbimento dell'atmosfera, i muoni più inclinati (cioè quelli caratterizzati da angoli zenitali più grandi) vengono maggiormente assorbiti e hanno una minore probabilità di giungere al suolo ed essere rivelati. La distribuzione angolare risulta quindi modificata rispetto alla precedente distribuzione $\sin(\theta)$ (mostrata in figura 3 nel grafico a sinistra) e più precisamente risulta seguire un andamento $\sin(\theta) \cos^2(\theta)$, come mostrato in figura 3 a destra.

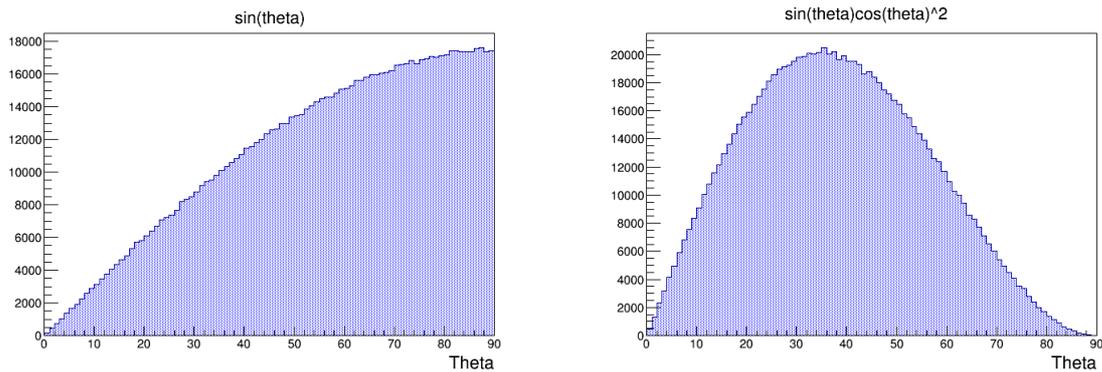


FIGURA 3: Distribuzione dell'angolo zenitale nel caso di una distribuzione isotropica dei raggi cosmici secondari (sinistra) e nel caso di una distribuzione che tiene conto degli effetti di assorbimento dell'atmosfera terrestre (destra).

Per evidenziare l'andamento $\cos^2(\theta)$ dovuto all'assorbimento da parte dell'atmosfera, è sufficiente dividere la seconda distribuzione (che rappresenta la distribuzione misurata sperimentalmente) per la prima distribuzione (che può essere simulata con il pc supponendo una distribuzione isotropica). Il risultato è mostrato in figura 4.

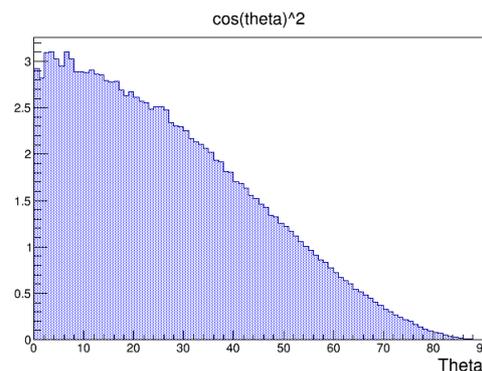


FIGURA 4: Distribuzione dell'angolo zenitale attesa per i cosmici secondari.

Rispetto alle distribuzioni sopra mostrate, bisogna sempre tener conto del fatto che i telescopi EEE non possono misurare, a causa dell'accettanza angolare, particelle eccessivamente inclinate, in quanto queste non riuscirebbero per questioni geometriche ad attraversare tutte e 3 le camere. Per questo motivo le distribuzioni angolari che vengono misurate dai telescopi EEE sono modificate (soprattutto ad angoli zenitali grandi) a causa dell'accettanza geometrica. In figura 5 sono riportate le stesse distribuzioni mostrate in figura 3 (nell'ordine da sinistra a destra $\sin(\theta)$ e $\sin(\theta)\cos^2(\theta)$) come verrebbero misurate dai telescopi a causa degli effetti di accettanza. Una volta effettuato il rapporto tra le due distribuzioni, l'effetto di accettanza dei telescopi si cancellerà e la distribuzione ottenuta risulterà essere proporzionale a $\cos^2(\theta)$.

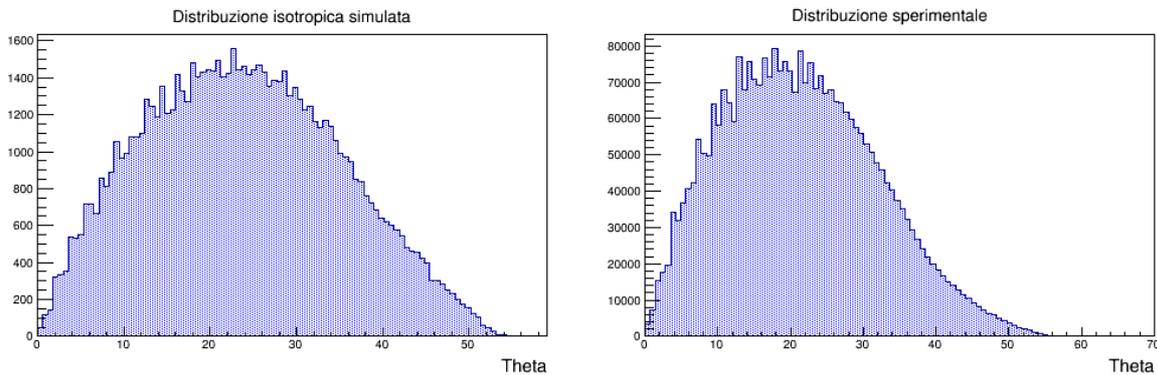


FIGURA 5: Distribuzioni angolari analoghe a quelle mostrate in figura 3, modificate a causa degli effetti di accettazione dei telescopi EEE.

Lo scopo di questa esercitazione è quindi ricavare dai dati la distribuzione zenitale sperimentale (con andamento $\sin(\theta) \cos^2(\theta)$) e dividerla per una distribuzione zenitale isotropica simulata (con andamento $\sin(\theta)$) per ottenere la distribuzione zenitale corretta (con andamento $\cos^2(\theta)$).

2. Dati sperimentali e dati simulati

Per lo svolgimento dell'analisi è necessario scaricare dei dati acquisiti dai telescopi EEE. Sugeriamo di scaricare questi dati con dovuto anticipo rispetto al giorno dell'International Cosmic Day, in modo da poter disporre dei dati al momento dell'inizio dell'esercitazione.

Per scaricare i dati è possibile utilizzare l'interfaccia dedicata sviluppata al CNAF e accessibile utilizzando le stesse credenziali adoperate per il logbook EEE. L'interfaccia per scaricare i dati è raggiungibile all'indirizzo:

<https://iatw.cnaf.infn.it/eee/elog/Query/>

Una volta effettuato il login è possibile effettuare una "query" premendo sul tasto "New". Si aprirà un'interfaccia da compilare, come mostrato in figura 6.

FIGURA 6: Schermata dell'interfaccia adoperata per scaricare i dati EEE.

Compilare i campi secondo le seguenti istruzioni:

- Output format: CSV
- Telescope ID: selezionare uno dei telescopi nella lista riportata in appendice
- Start time e Stop time: selezionare un solo giorno di acquisizione; in particolare verificare dalla pagina del monitor (www.centrofermi.it/monitor) che il telescopio scelto abbia preso dati regolarmente durante il giorno selezionato
- Theta: mettere un flag solo per questa variabile
- Cut: selezionare le tracce migliori imponendo un taglio sulla variabile chi2 ed evitare di scaricare una quantità eccessiva di dati (difficili da gestire con Excel) imponendo un taglio sul RunNumber. Dal momento che ciascun run contiene al più 50000 eventi, è ragionevole applicare un taglio pari al massimo a 20 (per limitare il numero di eventi al di sotto del milione).

Inviare la query premendo “Submit” e verificare che la query risulti nella lista delle ultime query premendo il tasto “List”. Dopo qualche minuto comparirà nell’elenco una query identica a quella inserita ma con un commento del tipo “Data extraction succeeded” e dotata di un allegato (vedi figura 7). Scaricare l’allegato e assegnarli un nome del tipo “CATA-02-2017-10-12-dati.csv” (cioè NomeTelescopio-Giorno-dati.csv). Questi rappresentano i nostri dati sperimentali contenenti i valori di angolo zenitale per le particelle rivelate dal telescopio selezionato.

ID	Date	Author	Output format	MC	Telescope ID	Start time	Stop time	RunNumber	Seconds	Nanoseconds	Theta	Phi	ChiSquare	TimeOfFlight	TrackLength	DeltaTime	Cut	Text	
150	Fri Oct 20 10:58:28 2017	CATA-01	CSV		CATA-02	12 October 2017	12 October 2017											ChiSquare < 10 50 RunNumber < 20	Data extraction succeeded
149	Fri Oct 20 10:58:05 2017	CATA-01	CSV		CATA-02	12 October 2017	12 October 2017											ChiSquare < 10 50 RunNumber < 20	Data extraction succeeded
148	Thu Oct 19 20:20:53 2017	EEE Shifter	CSV		ALTA-01	18 October 2017	18 October 2017												Data extraction succeeded
147	Thu Oct 19 20:20:40 2017	EEE Shifter	CSV		ALTA-01	18 October 2017	18 October 2017												Data extraction Failed: Error: CSV or ROOT file to be set!
145	Thu Oct 19 20:20:39 2017	EEE Shifter	CSV		ALTA-01	18 October 2017	18 October 2017												Data extraction succeeded
146	Thu Oct 19 20:20:39 2017	EEE Shifter	CSV		ALTA-01	18 October 2017	18 October 2017												Data extraction succeeded
144	Thu Oct 19 20:20:03 2017	EEE Shifter	CSV		ALTA-01	18 October 2017	18 October 2017												Data extraction succeeded

FIGURA 7: Lista delle query sottomesse per scaricare i dati.

Riaprire la query sottomesse e duplicarla premendo sul tasto “Duplicate”. Lasciare tutti i campi invariati e aggiungere un flag nella voce “MC”, per indicare che si tratta di dati simulati attraverso tecnica Monte Carlo. Con il termine Monte Carlo si indica un’ampia classe di metodi computazionali basati sull’utilizzo di sequenze di numeri casuali (o pseudocasuali) al fine di ottenere risultati numerici. Sottomettere la query come descritto prima e scaricare l’allegato che viene prodotto, assegnandogli un nome del tipo “CATA-02-2017-10-12-MC.csv” (cioè NomeTelescopio-Giorno-MC.csv).

3. Verifica componente aggiuntivo “Analisi Dati”

Prima di procedere all’attività di analisi è necessario verificare se nella propria versione di Microsoft Excel è già presente il componente aggiuntivo “Analisi dati”. Selezionare quindi la scheda “Dati” e verificare la presenza del componente in alto a destra, come mostrato in figura 8.

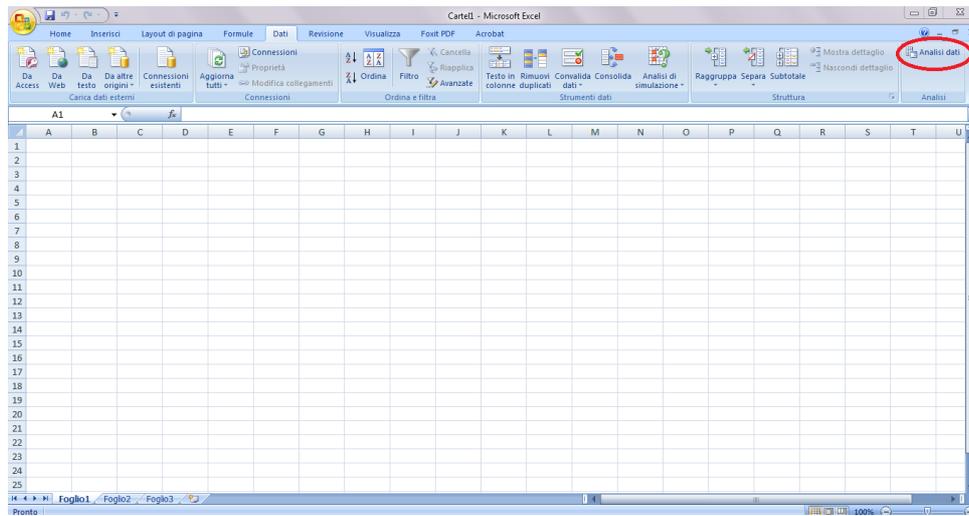


FIGURA 8: Posizione del componente aggiuntivo "Analisi Dati"

Nel caso in cui il componente non fosse presente, è possibile installarlo secondo la seguente procedura. Dal pulsante di Office (in alto a sinistra) selezionare "Opzioni di Excel", come mostrato in Figura 9.

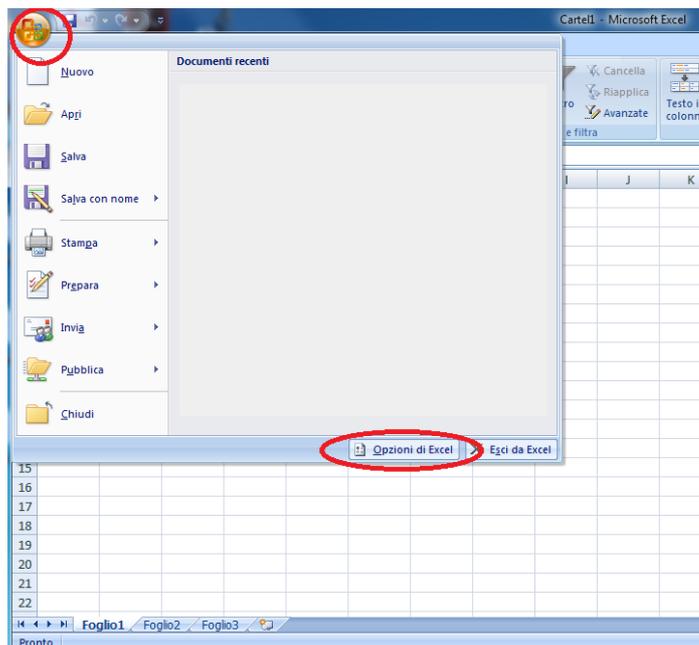


FIGURA 9: Procedura per installare il componente aggiuntivo.

Si aprirà la schermata in figura 10. Selezionando il tasto "Componenti aggiuntivi" si otterrà la schermata in figura 11.

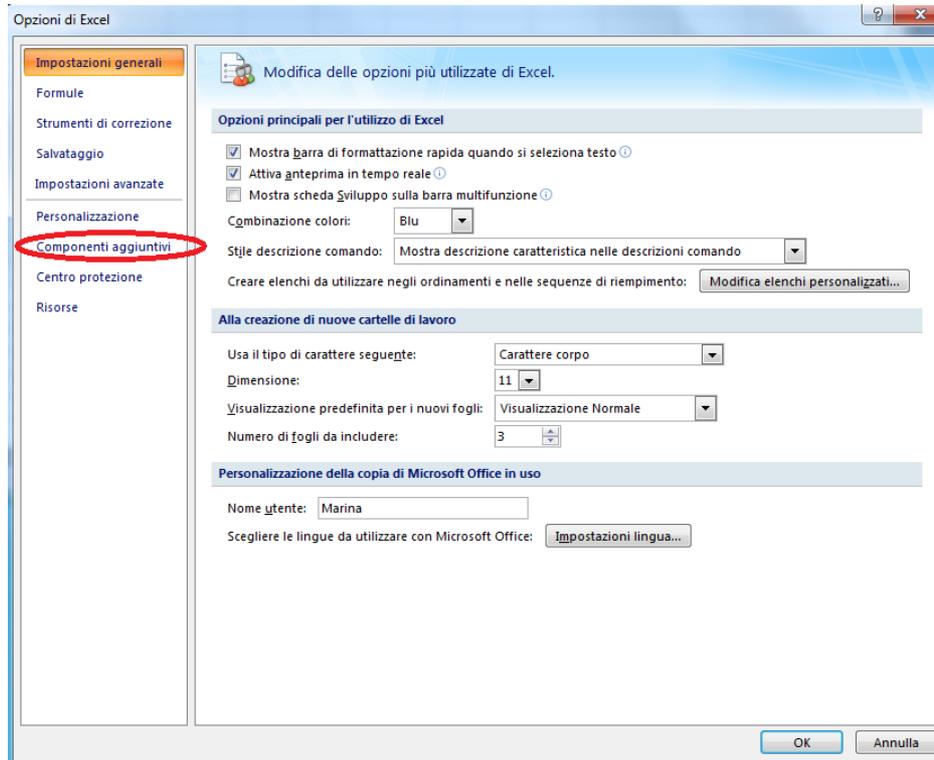


FIGURA 10: Selezionare "Componenti aggiuntivi".

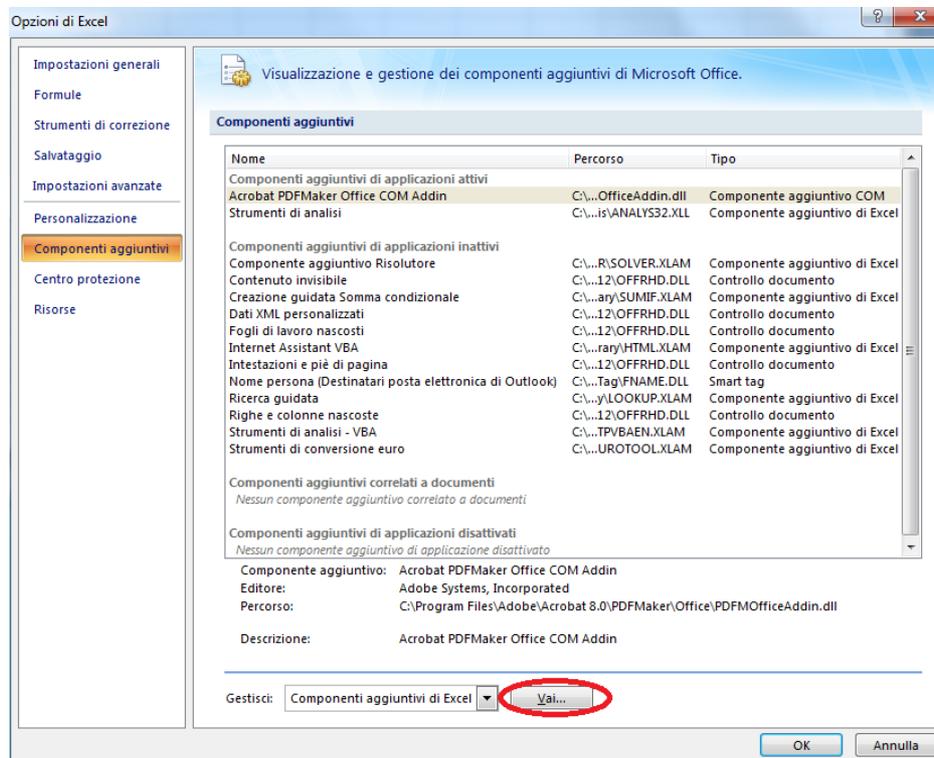


FIGURA 11: Nel menù a tendina selezionare "Componenti aggiuntivi di Excel" e premere sul tasto "Vai...".

Selezionare, nel menu a tendina in basso "Componenti aggiuntivi di Excel" e cliccare sul tasto "VAI". Apparirà la finestra in figura 12, In cui si deve selezionare la riga "Strumenti di Analisi" e cliccare sul tasto "OK". A questo punto il componente aggiuntivo "Analisi Dati" è installato.

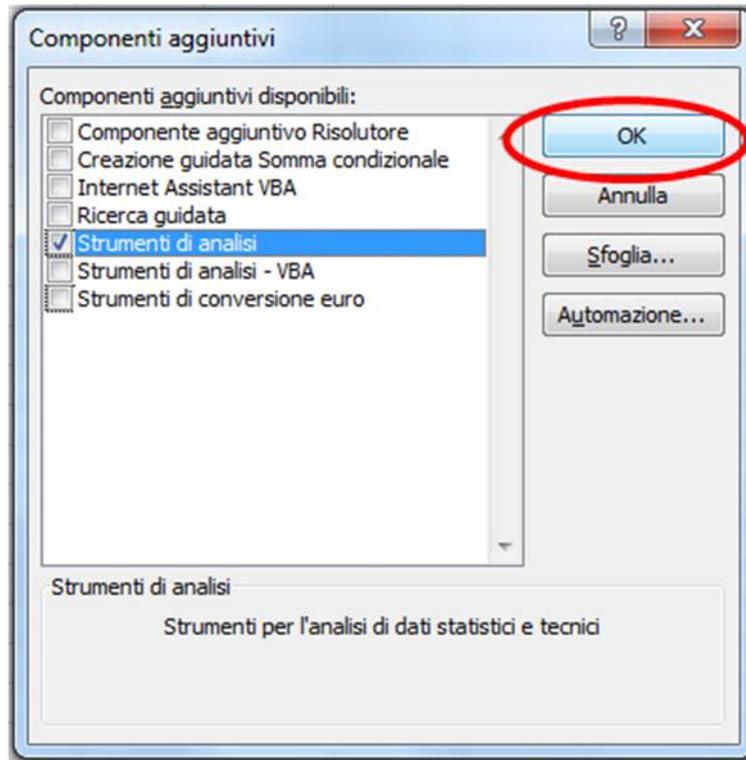


FIGURA 12: Selezionare "Strumenti di analisi".

4. Importazione dei dati

Una volta installato il componente, aprire un nuovo file di Excel, selezionare la scheda "Dati" e caricare i dati da analizzare selezionando l'opzione "Da testo", come mostrato in figura 13.

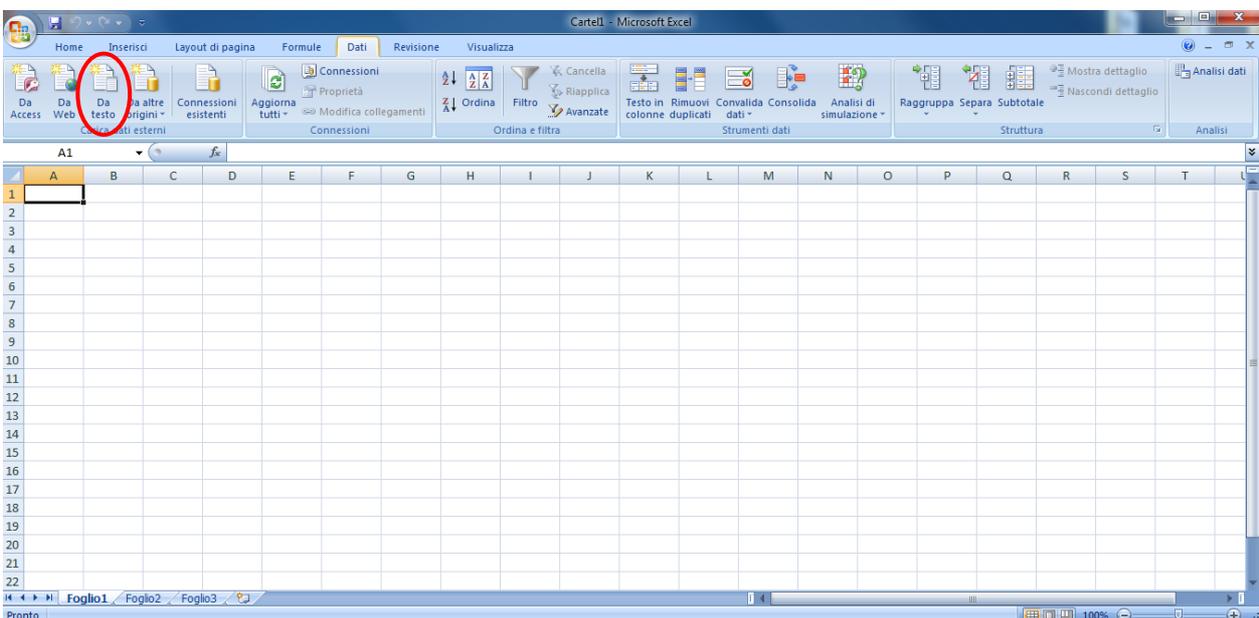


FIGURA 13: Procedura di importazione dati da testo.

Selezionare il file contenente i dati sperimentali scaricati in precedenza (vedi punto 2 della presente guida) e premere sul tasto “Importa” (figura 14).

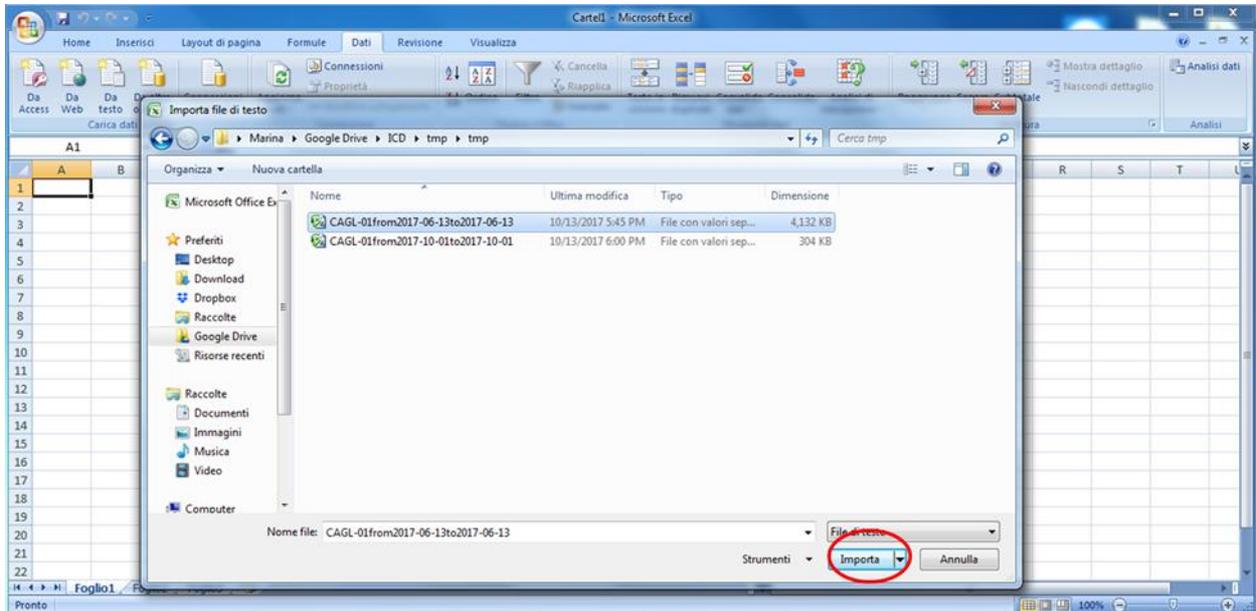


FIGURA 14: Schermata per selezionare i dati da importare in Excel.

Seguire la procedura di importazione guidata del testo, come mostrato in figura 15.

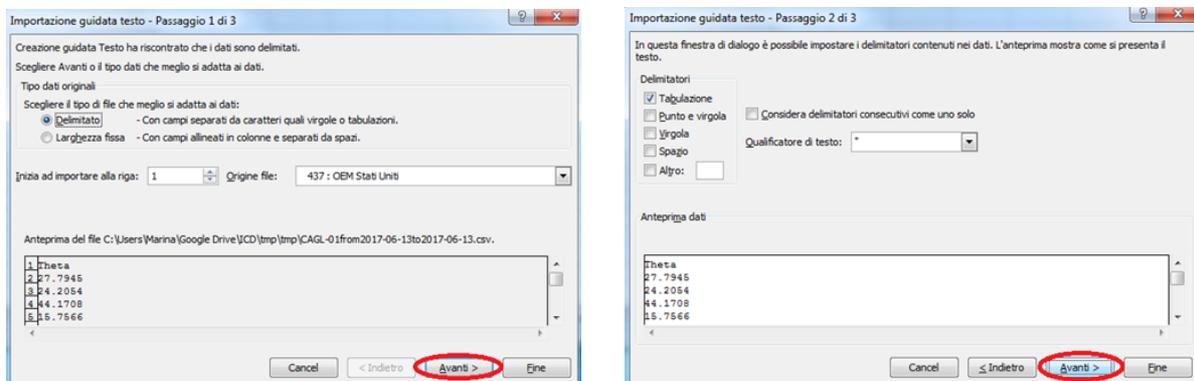


FIGURA 15: Procedura di importazione guidata testo.

Cliccare su Avanzate come mostrato in figura 16 e selezionare il punto come separatore decimale e l’apice come separatore delle migliaia. Premere OK → Fine.

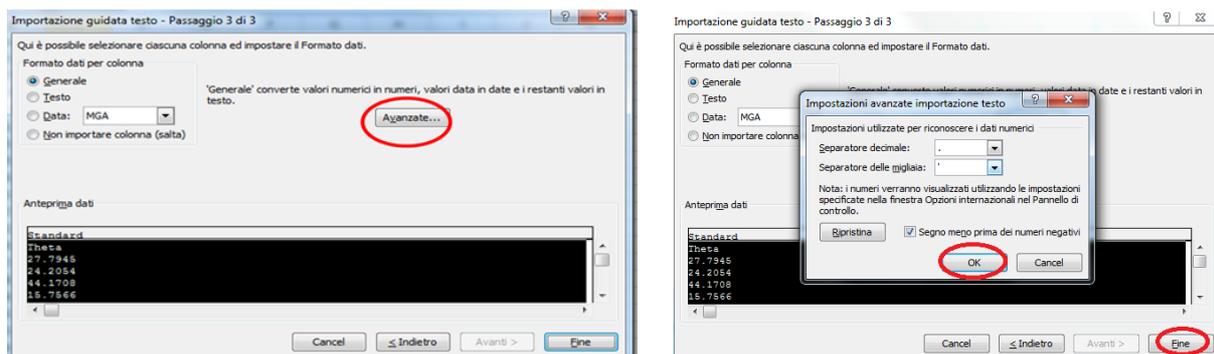


FIGURA 16: Opzioni avanzate della procedura di importazione guidata testo.

Specificare dove si intende inserire i dati (cella A1) e cliccare su ok (figura 17).

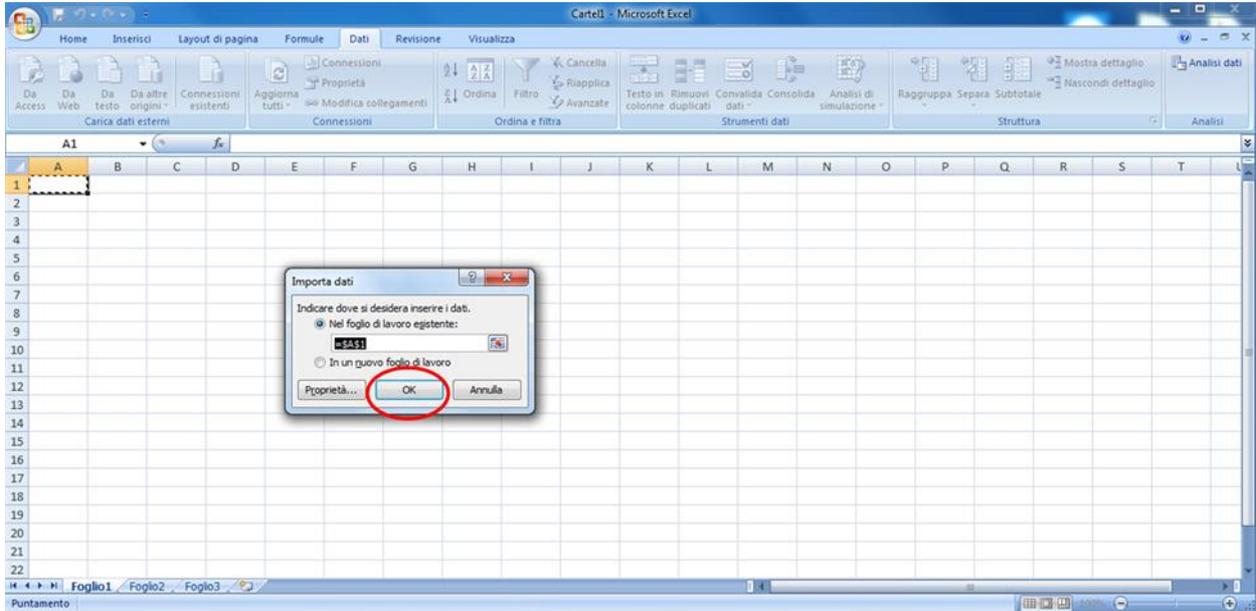


FIGURA 17: Posizione in cui importare i dati.

Al termine della procedura i dati sperimentali appariranno quindi nella colonna A come in figura 18.

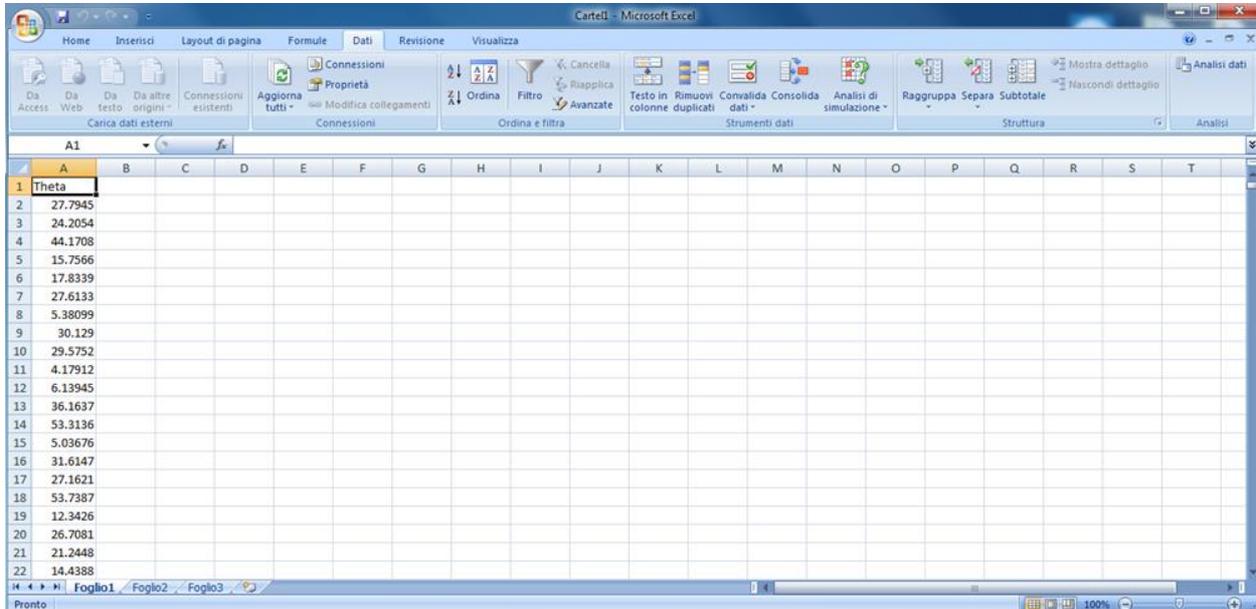


FIGURA 18: Dati importati al termine della procedura.

Conviene rinominare la colonna dei dati, in modo da identificarli come dati sperimentali. Per evitare di perdere quanto fatto finora è inoltre consigliabile **salvare** il file di lavoro.

Seguendo la stessa procedura, importare i dati MC nella Colonna B come mostrato in figura 19.

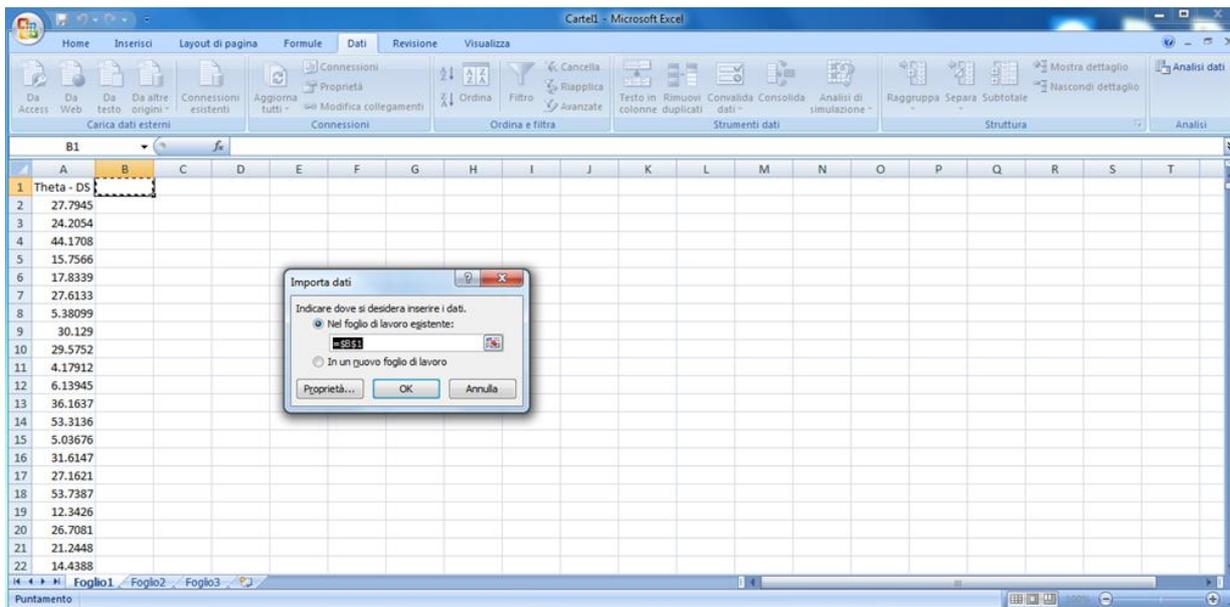


FIGURA 19: Importazione dei dati simulati nella colonna B.

Assegnare un titolo ai dati della colonna B, in modo da identificarli come dati Monte Carlo (figura 20).

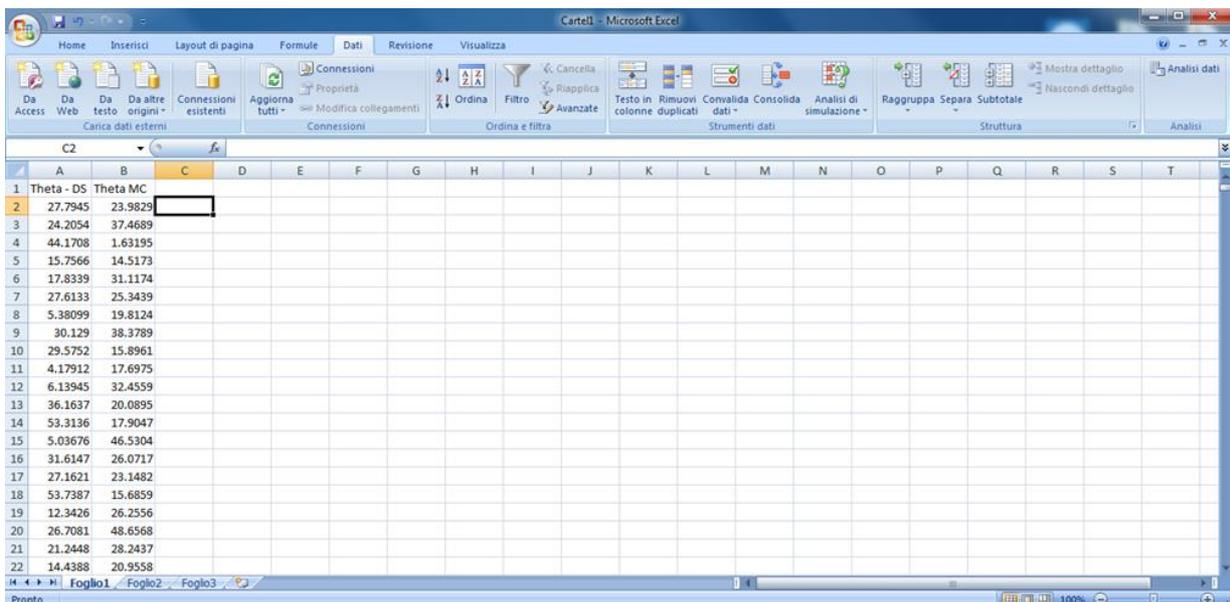


FIGURA 20: Dati sperimentali e dati simulati importati rispettivamente nelle colonne A e B.

5. Analisi dei dati

Per realizzare un istogramma che rappresenta la distribuzione angolare zenitale, è necessario specificare le classi in cui valutare la frequenza di occorrenza dei valori di angolo zenitale (da 1 a 90 a passi da 1 grado, è possibile anche lavorare a passi da 2 gradi): riportare quindi nella colonna D i valori delle classi, come mostrato in figura 21.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Theta - DS	Theta - MC		Classi																
2	27,7945	23,9829		1																
3	24,2054	37,4689		2																
4	44,1708	1,63195		3																
5	15,7566	14,5173		4																
6	17,8339	31,1174		5																
7	27,6133	25,3439		6																
8	5,38099	19,8124		7																
9	30,129	38,3789		8																
10	29,5752	15,8961		9																
11	4,17912	17,6975		10																
12	6,13945	32,4559		11																
13	36,1637	20,0895		12																
14	53,3136	17,9047		13																
15	5,03676	46,5304		14																
16	31,6147	26,0717		15																
17	27,1621	23,1482		16																
18	53,7387	15,6859		17																
19	12,3426	26,2556		18																
20	26,7081	48,6568		19																
21	21,2448	28,2437		20																
22	14,4388	20,9558		21																
23	19,7507	33,1588		22																
24	9,05588	14,0241		23																
25	37,1539	47,4709		24																

FIGURA 21: Elenco delle classi per realizzare gli istogrammi.

Il calcolo delle frequenze può essere effettuato in modo automatico utilizzando il componente aggiuntivo “Analisi dati” presente nella scheda “Dati”. Selezionare la voce “Istogramma” e premere OK (figura 22).

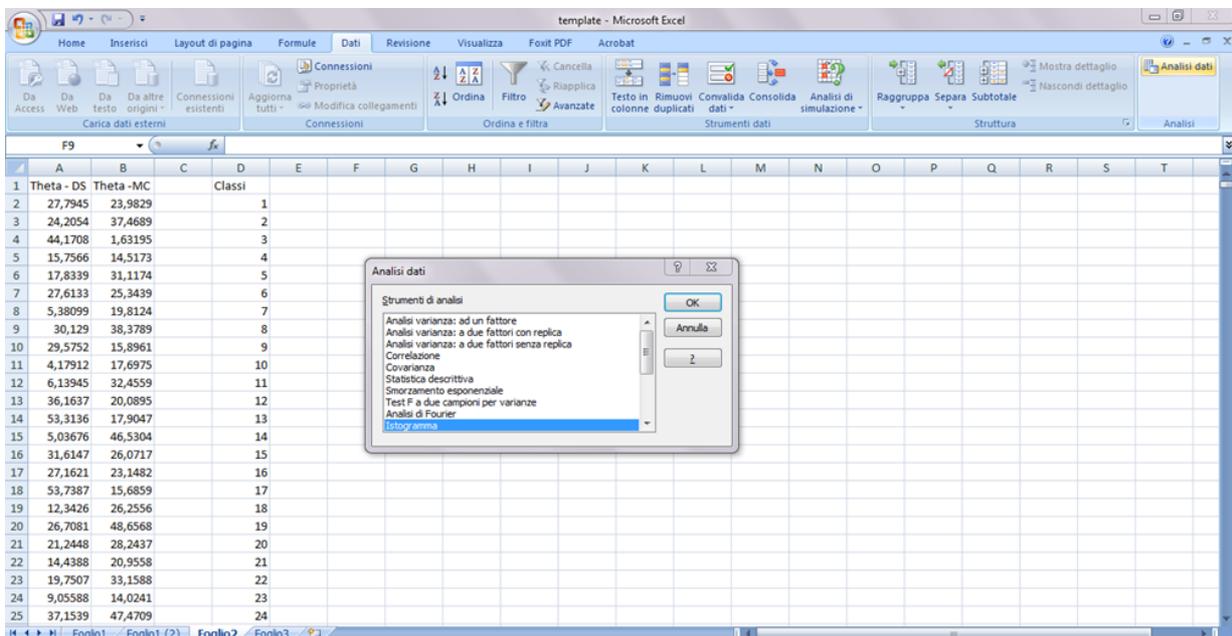


FIGURA 22: Procedura per realizzare un istogramma utilizzando il componente aggiuntivo “Analisi Dati”.

Compilare la maschera come mostrato di seguito (figura 23): come intervallo di input fornire i dati presenti nella colonna A, come intervallo della classe fornire l’elenco delle classi presente nella colonna D e come intervallo di output selezionare un intervallo di celle N x 2, dove N è pari al numero di classi più uno (ad esempio in figura l’intervallo di output selezionato è F1→G92). Confermare i dati premendo OK.

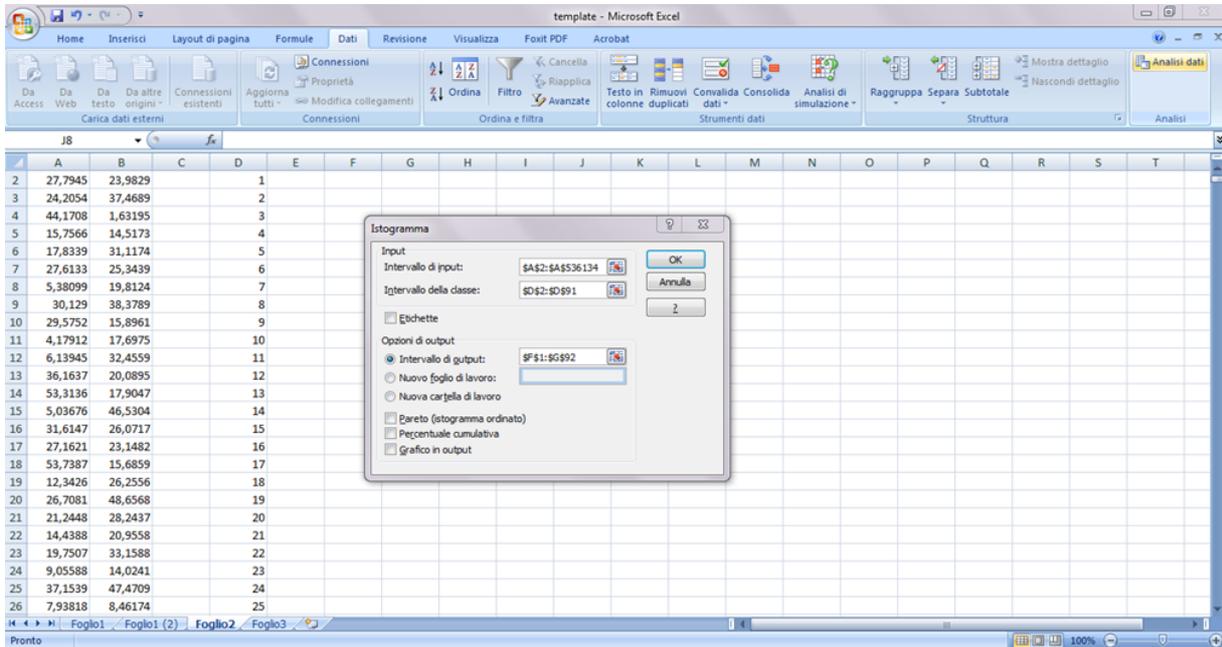


FIGURA 23: Dati da specificare per creare l'istogramma dei dati sperimentali.

Al termine della procedura compariranno le frequenze (colonna G) associate ad ogni intervallo angolare (colonna F), che successivamente riporteremo graficamente in un istogramma (figura 24).

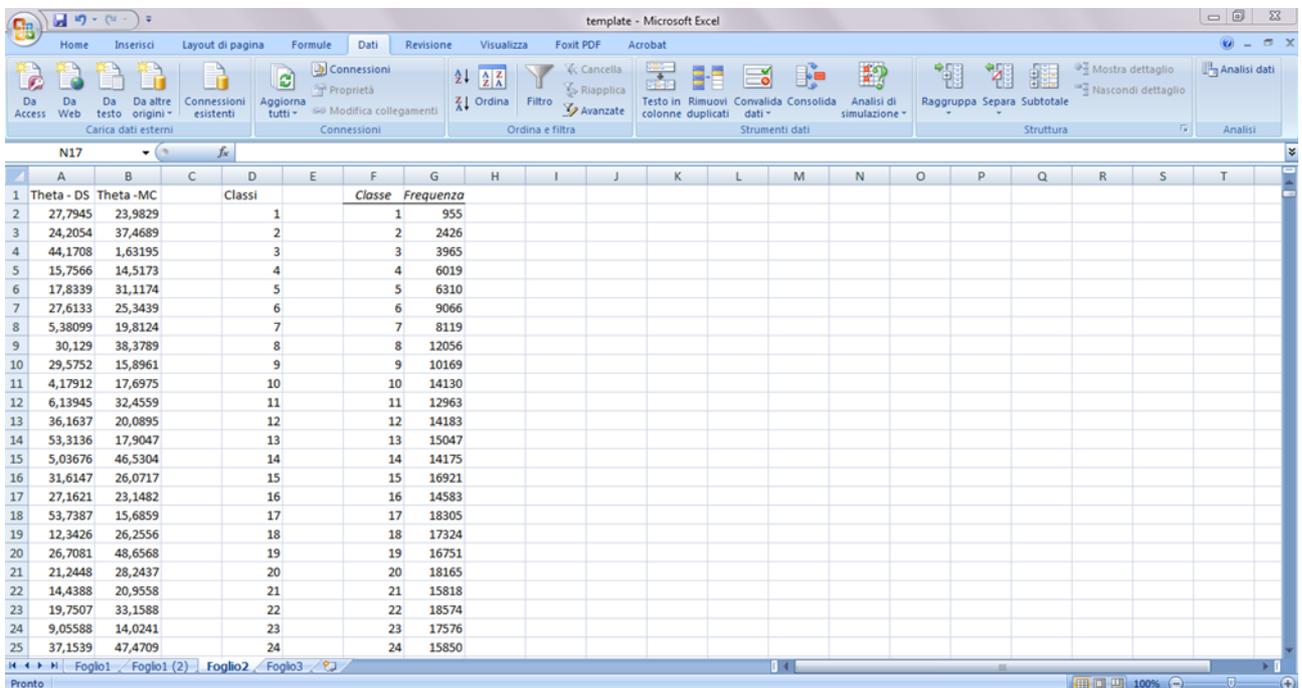


FIGURA 24: Dati prodotti dalla procedura di creazione dell'istogramma dei dati sperimentali.

Ripetere in modo analogo la procedura per i dati MC riportati nella colonna B, inserendo i risultati nelle colonne I e J (come illustrato nelle figure 25 e 26).

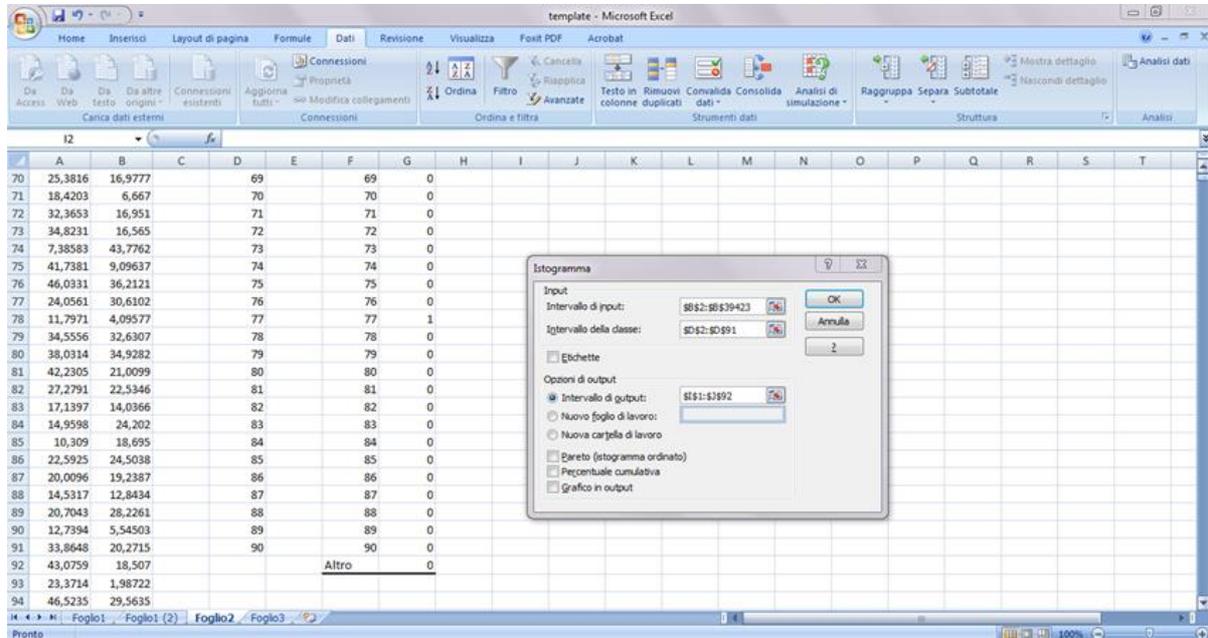


FIGURA 25: Dati da specificare per creare l'istogramma dei dati simulati.

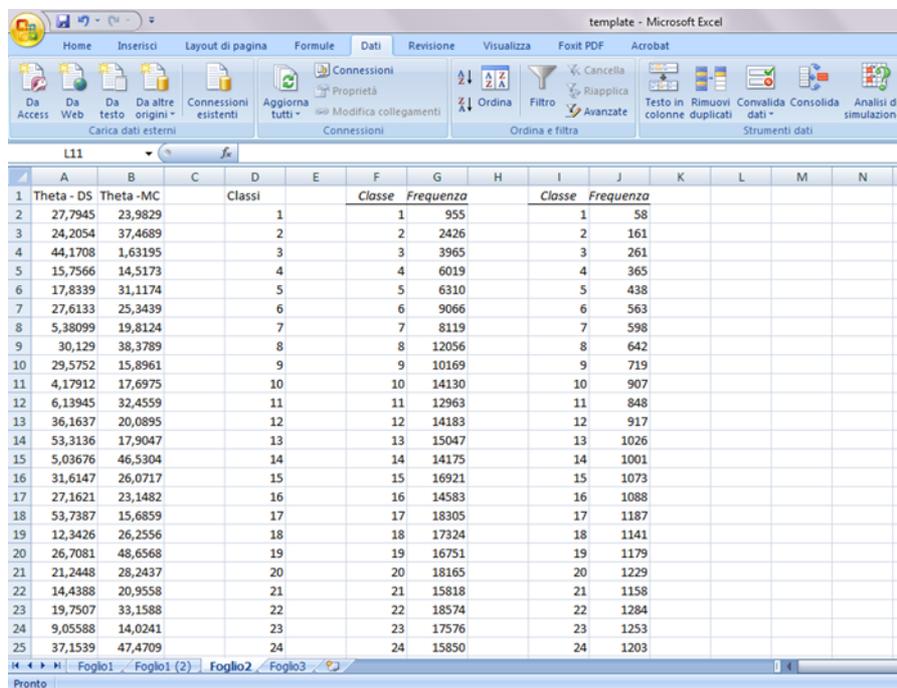


FIGURA 26: Dati prodotti dalla procedura di creazione dell'istogramma dei dati simulati.

6. Realizzazione dei grafici

Il primo passo è realizzare un grafico che rappresenta un istogramma della distribuzione sperimentale degli angoli zenitali. Nella scheda "Inserisci" scegliere la voce "Istogramma". Comparirà quindi un

grafico vuoto. Nella scheda “Strumenti grafico” → “Progettazione” premere su “Seleziona dati”. Premere sul tasto “Aggiungi”, denominare la serie “Dati Sperimentali” e nella voce “Valori Serie” indicare l’intervallo delle frequenze riportate nella colonna G (da G2 a G60). Nel caso in cui le classi adoperate variassero a passi di 2 gradi (anziché 1 grado), è necessario modificare anche la voce “Etichette asse orizzontale” selezionando le classi riportate nella colonna F (da F2 a F60). Una volta inseriti i dati come descritto premere “OK” (figura 27).

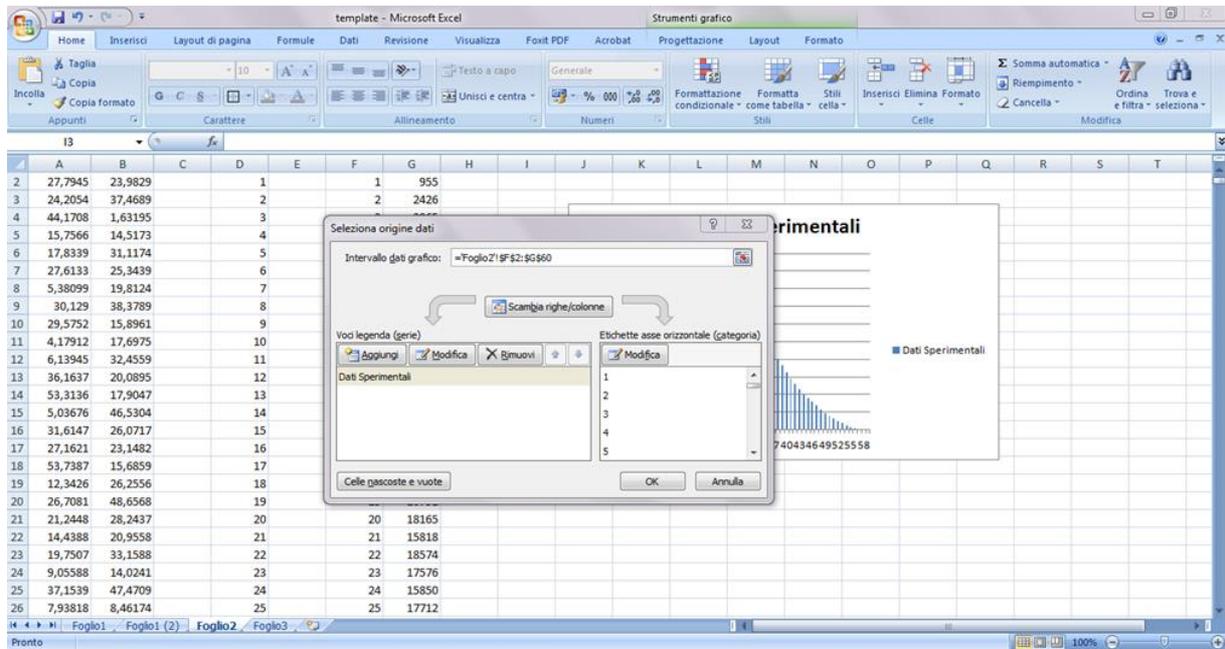


FIGURA 27: Inserimento dei dati per creare il grafico dell’istogramma dei dati sperimentali.

Il grafico dovrebbe apparire come mostrato in figura 28. Discutere in aula il grafico ottenuto e confrontarlo qualitativamente con il grafico di figura 5 (destra).

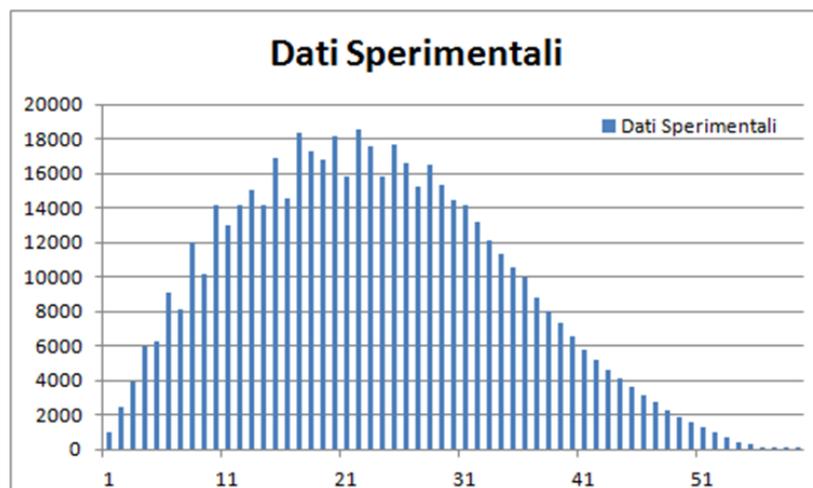


FIGURA 28: Iistogramma dei dati sperimentali.

Ripetere la stessa procedura per i dati MC (colonne I e J), ottenendo un grafico come quello mostrato in figura 29. Discutere in aula il grafico ottenuto e confrontarlo qualitativamente con il grafico di figura 5 (sinistra).

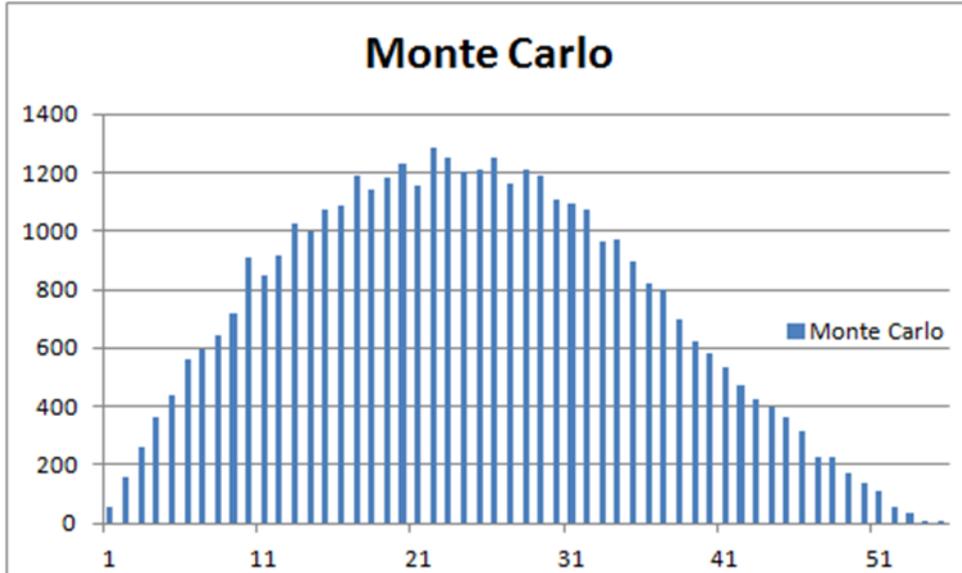


FIGURA 29: Istogramma dei dati simulati.

Per poter evidenziare una deviazione della distribuzione angolare sperimentale rispetto all'andamento isotropico dei dati simulati, è necessario dividere la distribuzione angolare sperimentale per quella simulata. Prima di effettuare il rapporto, è necessario effettuare una normalizzazione dovuta al fatto che le due distribuzioni contengono un numero differente di eventi. Effettuiamo la normalizzazione moltiplicando ogni elemento MC della colonna J per il rapporto $G2/J2$: per far ciò, inserire nella cella K2 la formula “=J2*G2/J2” (figura 30) e copiare la formula nelle successive celle della colonna K (figura 31). In questo modo ci assicuriamo che il numero di eventi della prima classe è la stesso in tutte e due le distribuzioni.

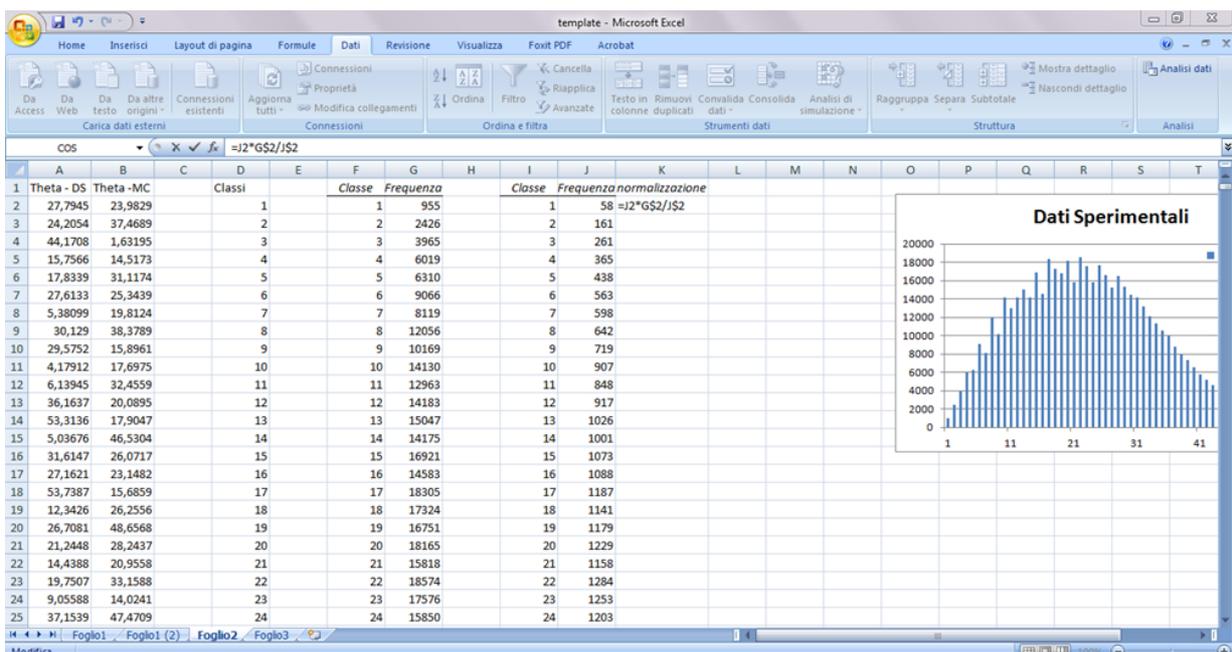


FIGURA 30: Calcolo del fattore di normalizzazione dei dati.

A questo punto possiamo confrontare la distribuzione MC e la distribuzione sperimentale, effettuando il rapporto tra i dati nella colonna G e i dati nella colonna K: nella cella M2 digitare la formula “=G2/K2” e copiare la formula nelle altre celle della colonna M. Nel fare questa operazione limitarsi alle righe in cui non si presenta una divisione per zero (figura 32 e 33).

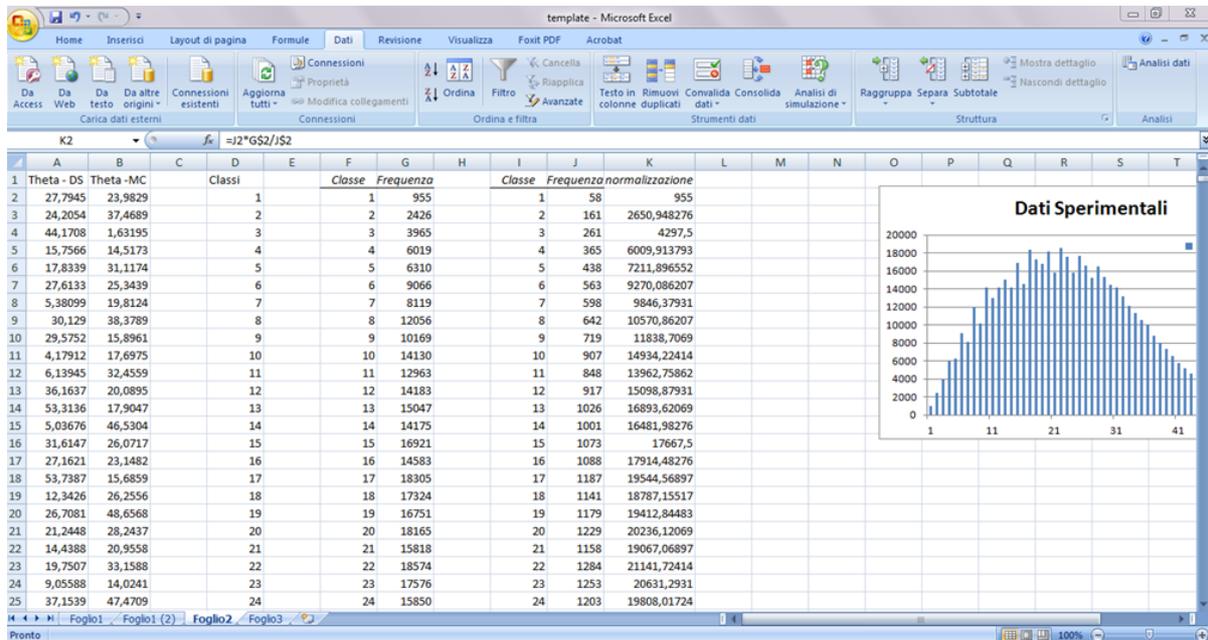


FIGURA 31: Esito della procedura di normalizzazione dei dati.

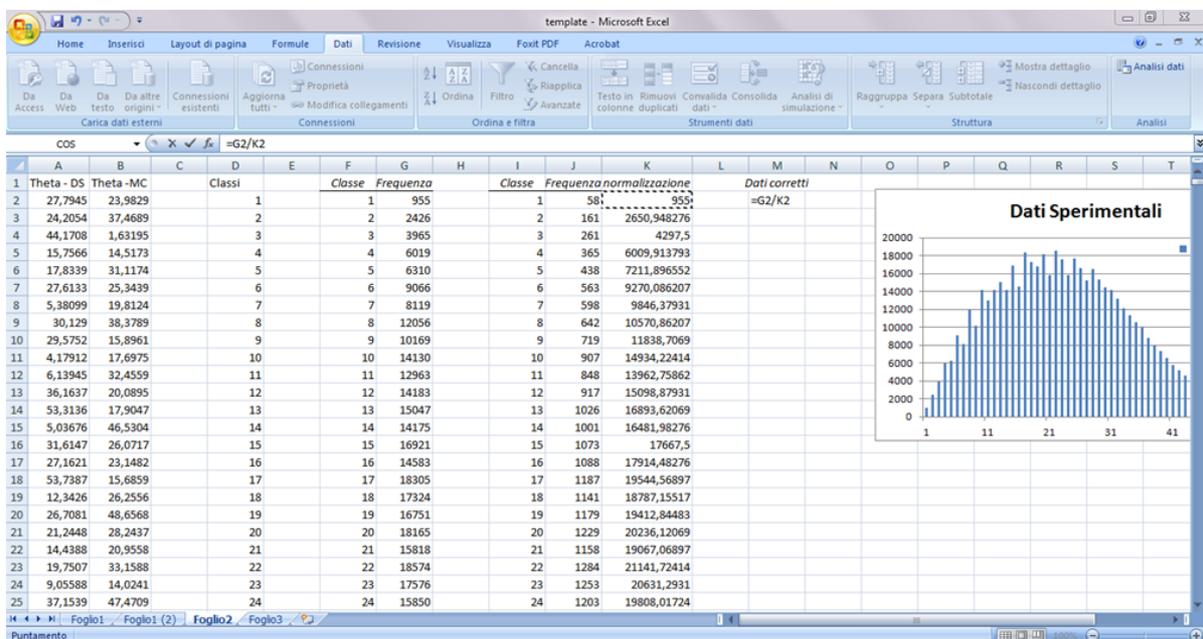


FIGURA 32: Calcolo del rapporto tra dati sperimentali e dati simulati.

Possiamo a questo punto realizzare un grafico con i dati corretti riportati nella colonna M. Nella scheda “Inserisci” selezionare “Grafico a dispersione”: per selezionare i dati, nella scheda “Strumenti grafico” → “Progettazione” premere su “Seleziona dati”. Selezionare la voce “Aggiungi” e specificare i dati richiesti, cioè il “Nome serie” (inserire “Dati Corretti”), i “Valori X serie” (inserire i valori delle classi riportate nella colonna F, limitandosi a valori inferiori a 40° a causa dell’accettanza dei nostri telescopi) e i “Valori Y serie” (inserire i valori corrispondenti riportati nella colonna M). Nel caso riportato in figura

33 sono stati scelti gli intervalli F2→F41 per le X e M2→M41 per le Y. Dovrebbe comparire un grafico come quello riportato di seguito (figura 34). Se necessario, ottimizzare la scala verticale e orizzontale (in termini di valore minimo e valore massimo) cliccando col tasto destro del mouse sui valori degli assi e selezionando “Formato asse” dal menù.

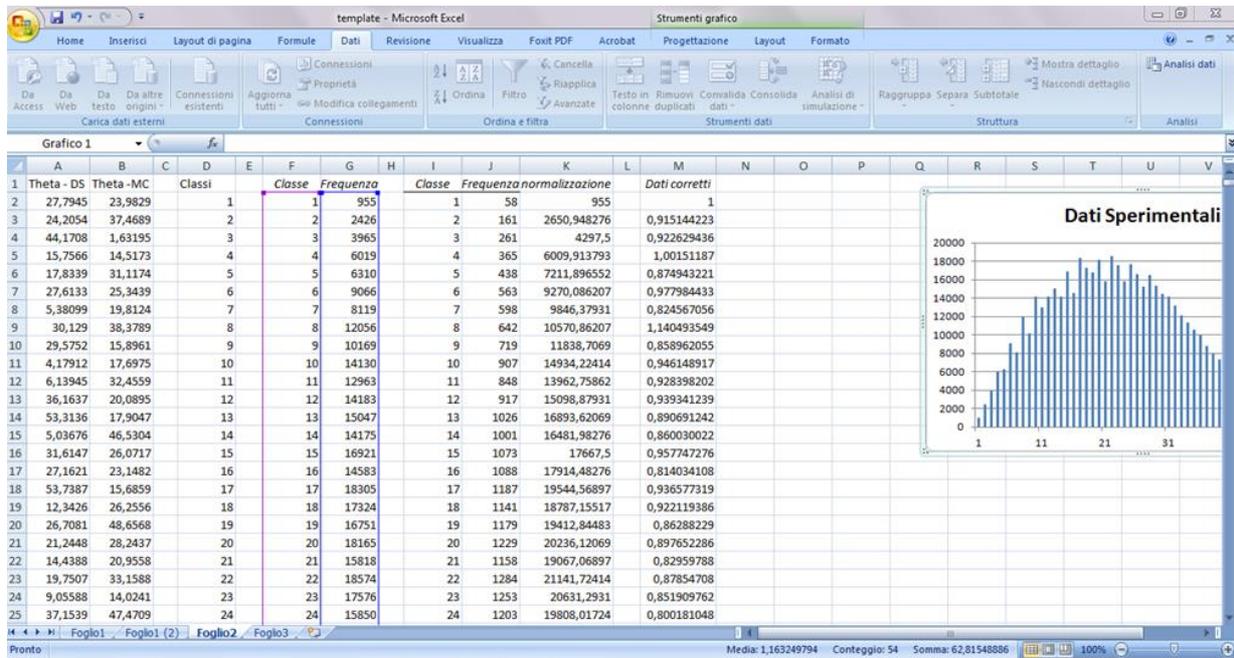


FIGURA 33: Esito della procedura di rapporto tra dati sperimentali e dati simulati

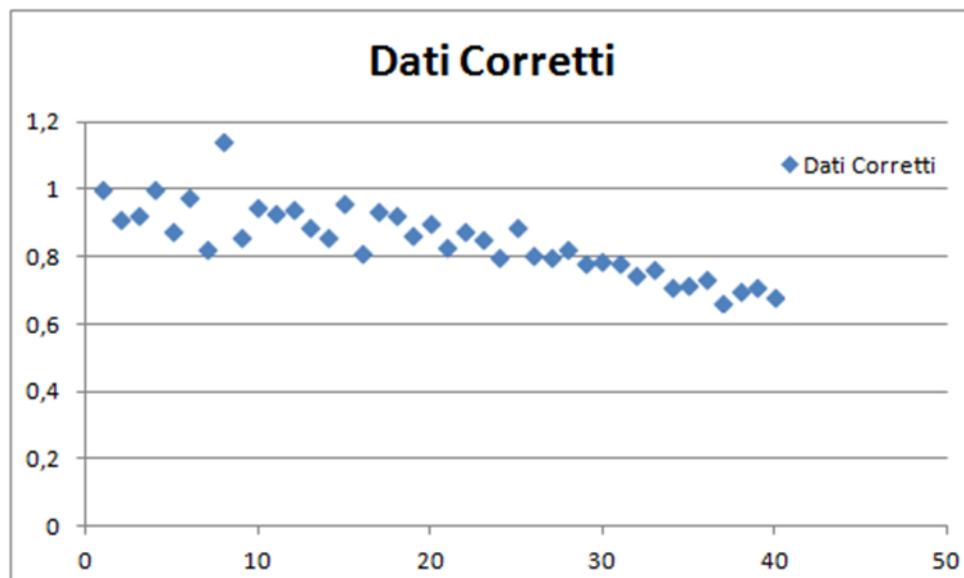


FIGURA 34: Grafico a dispersione riportante i rapporto tra dati sperimentali e dati simulati in funzione di θ .

L'andamento ottenuto dovrebbe seguire la relazione funzionale $\cos^2(\theta)$ come mostrato in figura 4. Per fare un confronto di quanto ottenuto con la funzione ideale, si calcoli la funzione $\cos^2(\theta)$ in corrispondenza dei valori di angolo zenitale riportati nella colonna D. Inserire quindi la formula “=COS(RADIANTI(D2))^2” nella cella O2 e copiare la formula nelle celle sottostanti, come mostrato nelle figure 35 e 36.

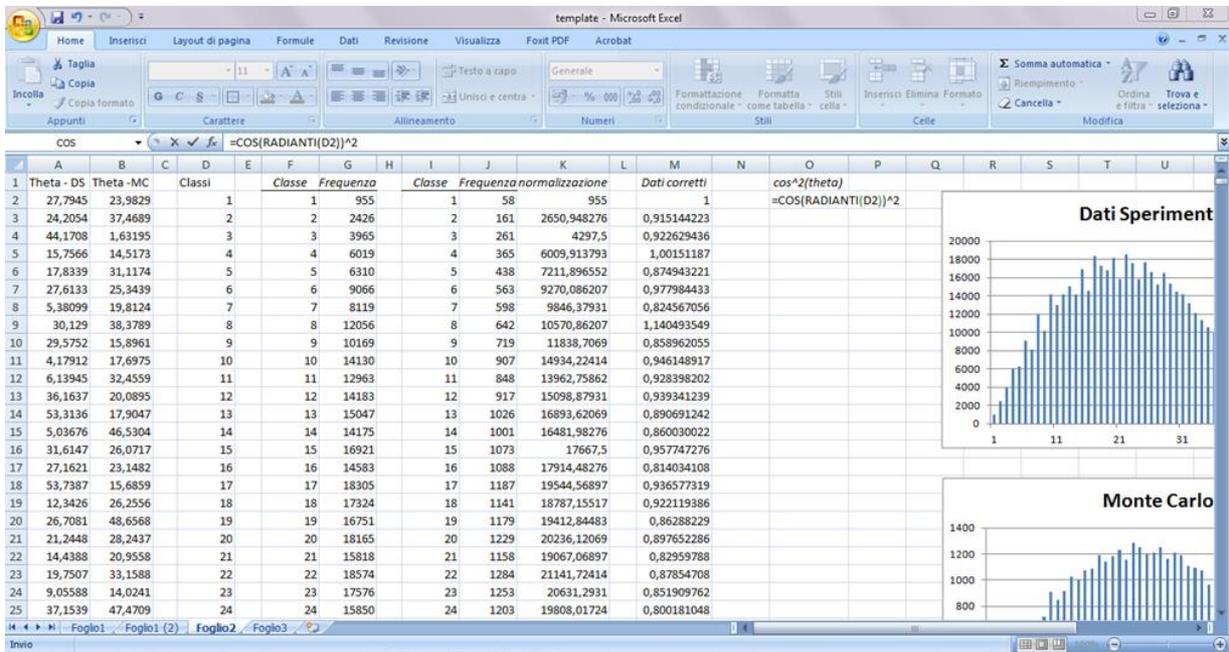


FIGURA 35: Calcolo del $\cos^2(\theta)$.

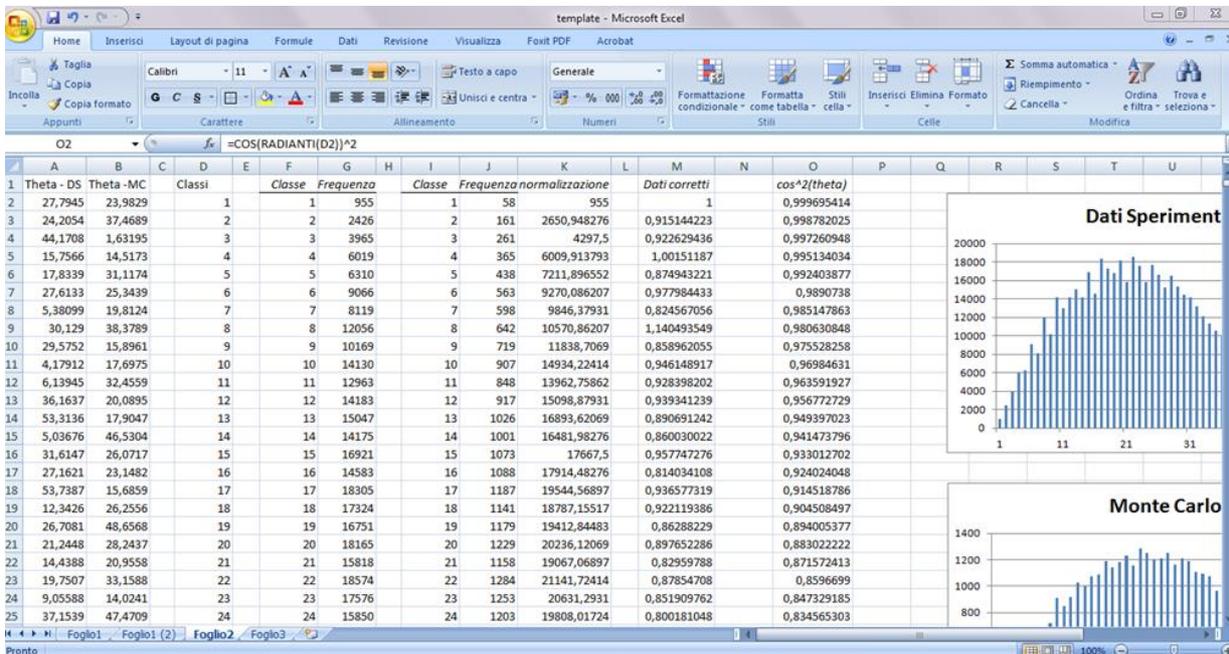


FIGURA 36: Valori di $\cos^2(\theta)$ nella colonna O.

Selezionando il grafico a dispersione precedentemente creato, è possibile aggiungere un'ulteriore serie di dati seguendo la stessa procedura descritta precedentemente: questa volta denominare la serie "cos^2(Theta)", inserire i valori delle classi riportate nella colonna F nella voce "Valori X serie" (limitandosi sempre a valori inferiori a 40° a causa dell'accettazione dei nostri telescopi) e inserire i valori

di $\cos^2(\theta)$ appena calcolati e riportati nella colonna O nella voce "Valori Y serie". Sul grafico dovrebbe ora apparire la nuova serie di dati, come mostrato in figura 37. Commentare in aula il risultato.

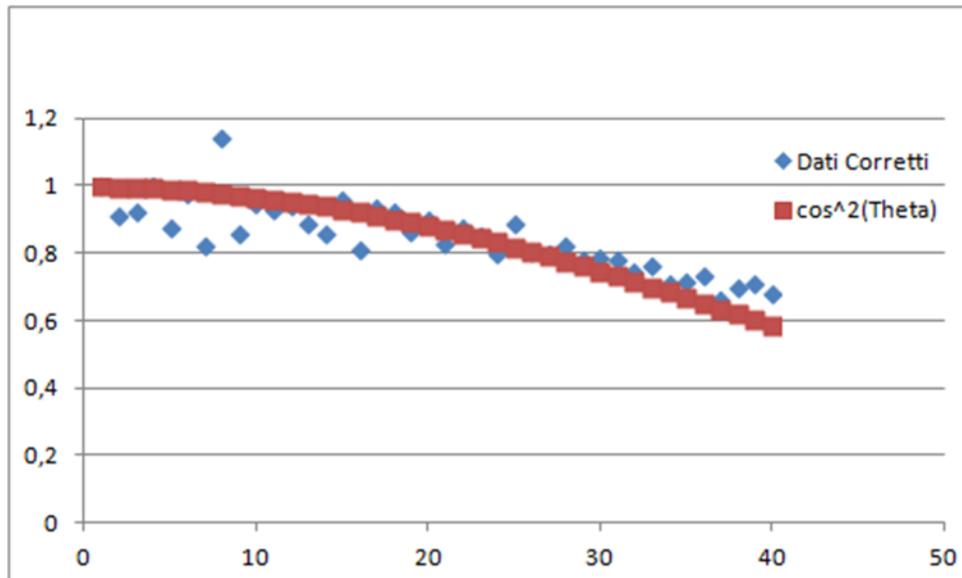


FIGURA 37: Confronto della distribuzione dei dati sperimentali con la funzione $\cos^2(\theta)$.

In alternativa (o in aggiunta) è possibile linearizzare i dati: ciò vuol dire riportare i valori dei dati corretti (colonna M) in funzione del $\cos^2(\theta)$ anziché in funzione di θ . In questo modo i dati dovrebbero seguire una relazione lineare. Per far questo è sufficiente inserire un nuovo grafico a dispersione (seguendo la stessa procedura indicata sopra e mostrata in figura 38), dove si dovranno inserire i valori di $\cos^2(\theta)$ nella voce "Valori X serie" (quindi O2→O41) e i valori sperimentali corretti nella voce "Valori Y serie" (quindi M2→M41).

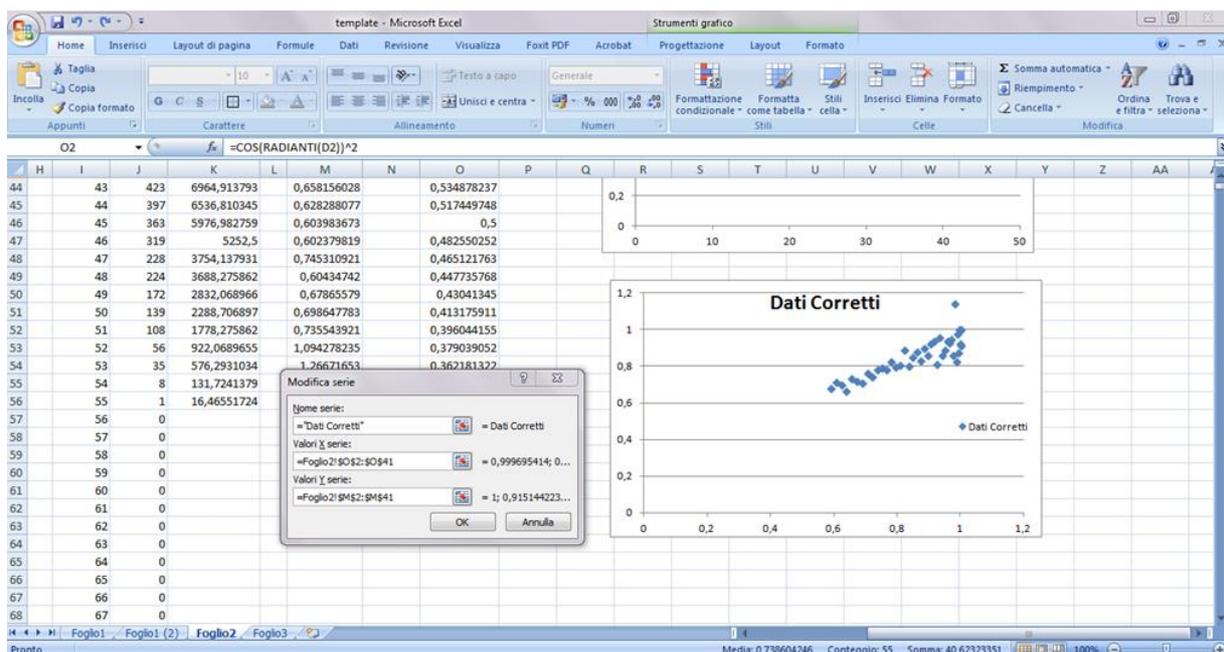


FIGURA 38: Procedura di inserimento di un grafico a dispersione riportante i dati corretti in funzione del $\cos^2(\theta)$.

E' possibile verificare la bontà dell'andamento lineare inserendo nel grafico la retta che meglio approssima i nostri dati sperimentali: per far ciò selezionare col tasto destro del mouse i punti sperimentali del grafico a dispersione e selezionare "Aggiungi linea di tendenza", come mostrato in figura 39. Selezionare nel menù la funzione lineare e scegliere di visualizzare l'equazione sul grafico. Commentare il risultato ottenuto.

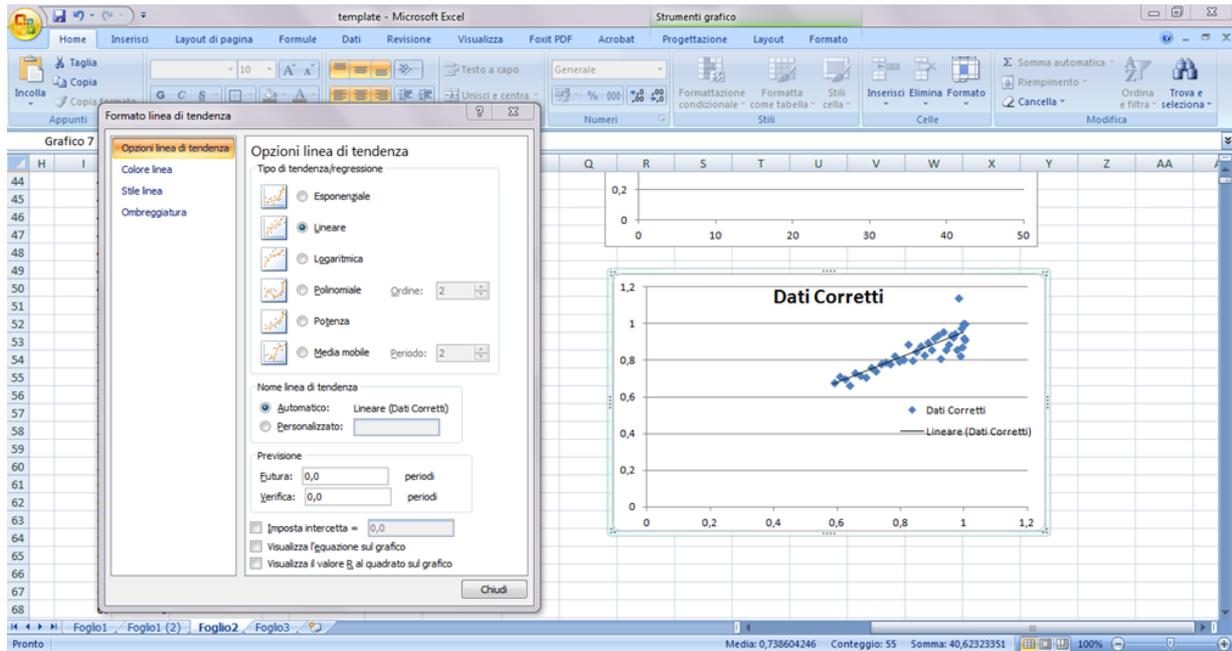


FIGURA 39: Procedura di best-fit lineare dei dati sperimentali corretti in funzione del $\cos^2(\theta)$.

APPENDICE

Di seguito è riportata la lista dei telescopi tra cui scegliere durante la fase di selezione dei dati sperimentali e simulati (descritta nella Sezione 2). Accanto al nome del telescopio è riportata la distanza tra le coppie di camere top-middle e middle-bottom.

ALTA-01 -> 100 cm	SAVO-03 -> 100 cm
ANCO-01 -> 100 cm	SIEN-01 -> 100 cm
AREZ-01 -> 100 cm	TERA-01 -> 100 cm
BARI-01 -> 100 cm	TORI-01 -> 100 cm
BOLO-01 -> 100 cm	TORI-02 -> 100 cm
BOLO-02 -> 100 cm	TORI-03 -> 100 cm
BOLO-03 -> 100 cm	TORI-04 -> 100 cm
BOLO-04 -> 100 cm	TRAP-01 -> 108 cm
CAGL-01 -> 100 cm	TREV-01 -> 100 cm
CAGL-02 -> 100 cm	TRIN-01 -> 100 cm
CAGL-03 -> 100 cm	VIAR-01 -> 100 cm
CATA-01 -> 160 cm	VIAR-02 -> 120 cm
CATA-02 -> 100 cm	VICE-01 -> 100 cm
CATZ-01 -> 100 cm	
CERN-01 -> 87 cm	
CERN-02 -> 87 cm	
COSE-01 -> 160 cm	
FRAS-01 -> 80 cm	
FRAS-02 -> 80 cm	
FRAS-03 -> 62 cm	
GENO-01 -> 100 cm	
GROS-01 -> 100 cm	
GROS-02 -> 100 cm	
LAQU-01 -> 100 cm	
LAQU-02 -> 100 cm	
LECC-01 -> 100 cm	
LECC-02 -> 100 cm	
LODI-01 -> 92 cm	
LODI-02 -> 100 cm	
PARM-01 -> 100 cm	
PATE-01 -> 140 cm	
PISA-01 -> 105 cm	
REGG-01 -> 80 cm	
ROMA-01 -> 120 cm	
ROMA-02 -> 100 cm	
SALE-01 -> 100 cm	
SALE-02 -> 100 cm	
SAVO-01 -> 92 cm	
SAVO-02 -> 97 cm	