

FISICA GENERALE

– Parte 3 –

Statistica


Link moodle: <https://moodle2.units.it/course/view.php?id=16681>


Codice Teams del corso: gz0wuf4

Intro

MAGGIO 2026						
LUNEDÌ	MARTEDÌ	MERCOLEDÌ	GIOVEDÌ	VENERDÌ	SABATO	DOMENICA
				1	2	3
4	5	6 11:15 - 13:00	7 14:00 - 15:30	8 9:15 - 11:00	9	10
11 16:15 - 18:00	12	13 11:15 - 13:00	14 14:15 - 16:00	15 9:15 - 11:00	16	17
18 16:15 - 18:00	19	20 11:15 - 13:00	21 14:15 - 16:00	22 9:15 - 11:00	23	24
25 16:00 - 18:00	26	27	28	29	30	31

Ufficio:

 Osservatorio Astronomico di Trieste
via G.B. Tiepolo 11, 34143 - Trieste
Stanza 1301 (terzo piano)

 Per favore, inviate sempre una mail a:
milena.valentini@units.it
per richiedere un incontro

Avviso

Domani, giovedì 07/05/2026

lezione dalle 14:00 alle 15:30

Bibliografia: Libri di testo e risorse utili per la consultazione

- Introduzione all'analisi degli errori (*Autore: J. R. Taylor*)
- Introduzione alla fisica (*Autore: A. Filipponi*)
- Elaborazione statistica dei dati sperimentali (*Autore: H. D. Young*)

Intro

Lezione 1: Introduzione al corso, ai concetti generali e all'analisi degli errori; stima delle incertezze

Lezione 2: Errori casuali e sistematici, rappresentazione degli errori, cifre significative, discrepanza

Lezione 3: Errori assoluti e relativi, applicazioni particolari della propagazione degli errori, somma in quadratura

Lezione 4: Propagazione degli errori, funzioni di una o più variabili, formula generale; esempi ed esercizi

Lezione 5: Analisi statistica degli errori casuali; media, deviazione standard; errori sistematici

Lezione 6: Rappresentazione dei dati; istogrammi e distribuzioni, distribuzione limite

Lezione 7: Distribuzione normale o gaussiana (prima parte); livelli di confidenza

Lezione 8: Distribuzione gaussiana (seconda parte) e principio di massima verosimiglianza; rigetto dei dati

Lezione 9: Distribuzione binomiale

Lezione 10: Distribuzione di Poisson

Lezione 11: Metodo dei minimi quadrati; ripasso di eventuali argomenti a richiesta; esercizi

Intro

Modalità d'esame: Ampiamente discussa durante la prima lezione del corso

Seconda prova parziale: 25/05/2026

Prova scritta in ogni appello fissato

Possibilità di sostenere l'orale (vedere info dettagliate sulla pagina moodle del corso)

Appelli di esame finora fissati:

8 (scritto) - 9 (orale) Giugno

20 - 21 Luglio

27 - 28 Agosto

11 Settembre (scritto al mattino, orale al pomeriggio)

Programma delle lezioni

Lezione 1: Introduzione al corso, ai concetti generali e all'analisi degli errori; stima delle incertezze

Lezione 2: Errori casuali e sistematici, rappresentazione degli errori, cifre significative, discrepanza

Lezione 3: Errori assoluti e relativi, applicazioni particolari della propagazione degli errori, somma in quadratura

Lezione 4: Propagazione degli errori, funzioni di una o più variabili, formula generale; esempi ed esercizi

Lezione 5: Analisi statistica degli errori casuali; media, deviazione standard; errori sistematici

Lezione 6: Rappresentazione dei dati; istogrammi e distribuzioni, distribuzione limite

Lezione 7: Distribuzione normale o gaussiana (prima parte); livelli di confidenza

Lezione 8: Distribuzione gaussiana (seconda parte) e principio di massima verosimiglianza; rigetto dei dati

Lezione 9: Distribuzione binomiale

Lezione 10: Distribuzione di Poisson

Lezione 11: Metodo dei minimi quadrati; ripasso di eventuali argomenti a richiesta; esercizi

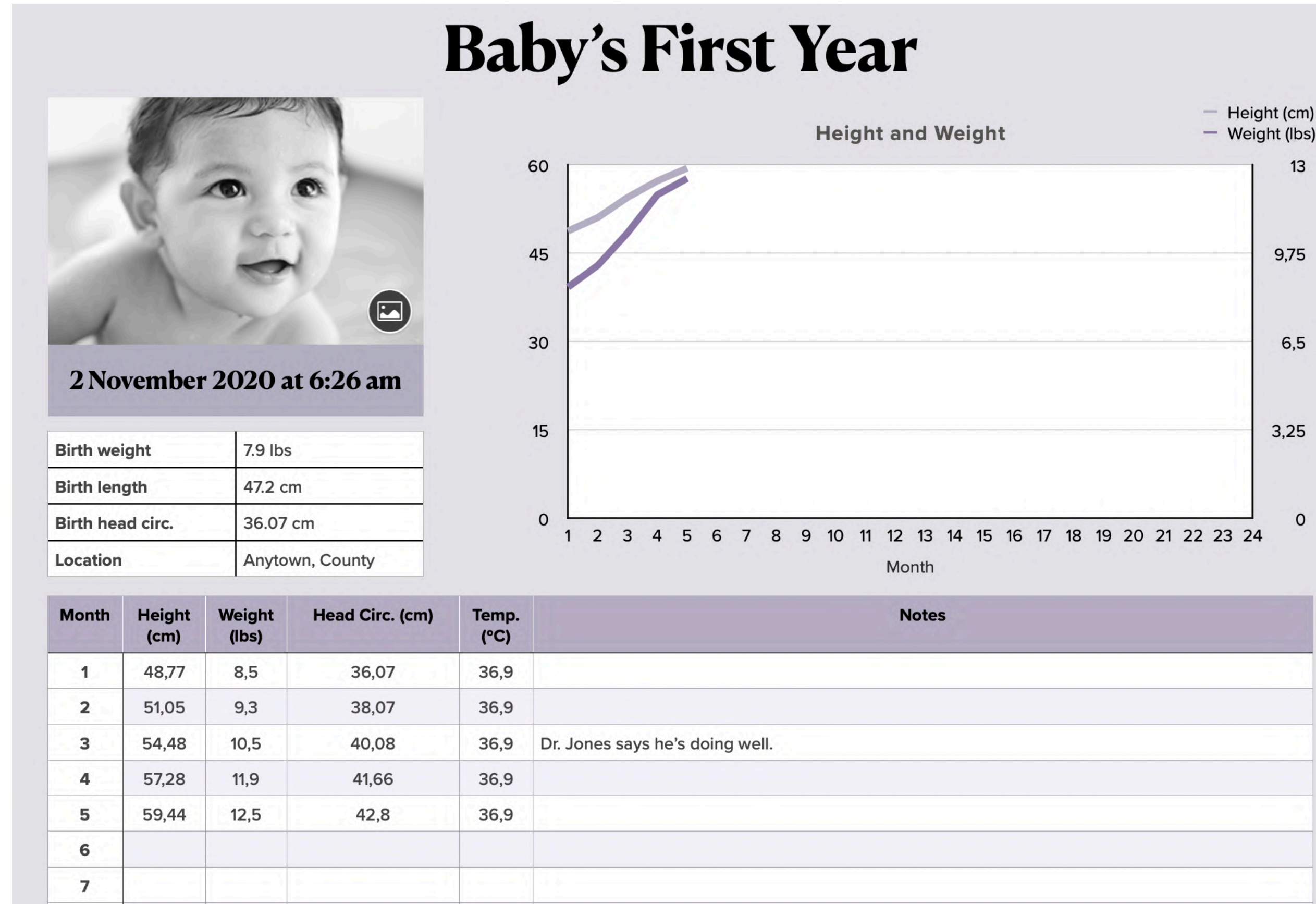
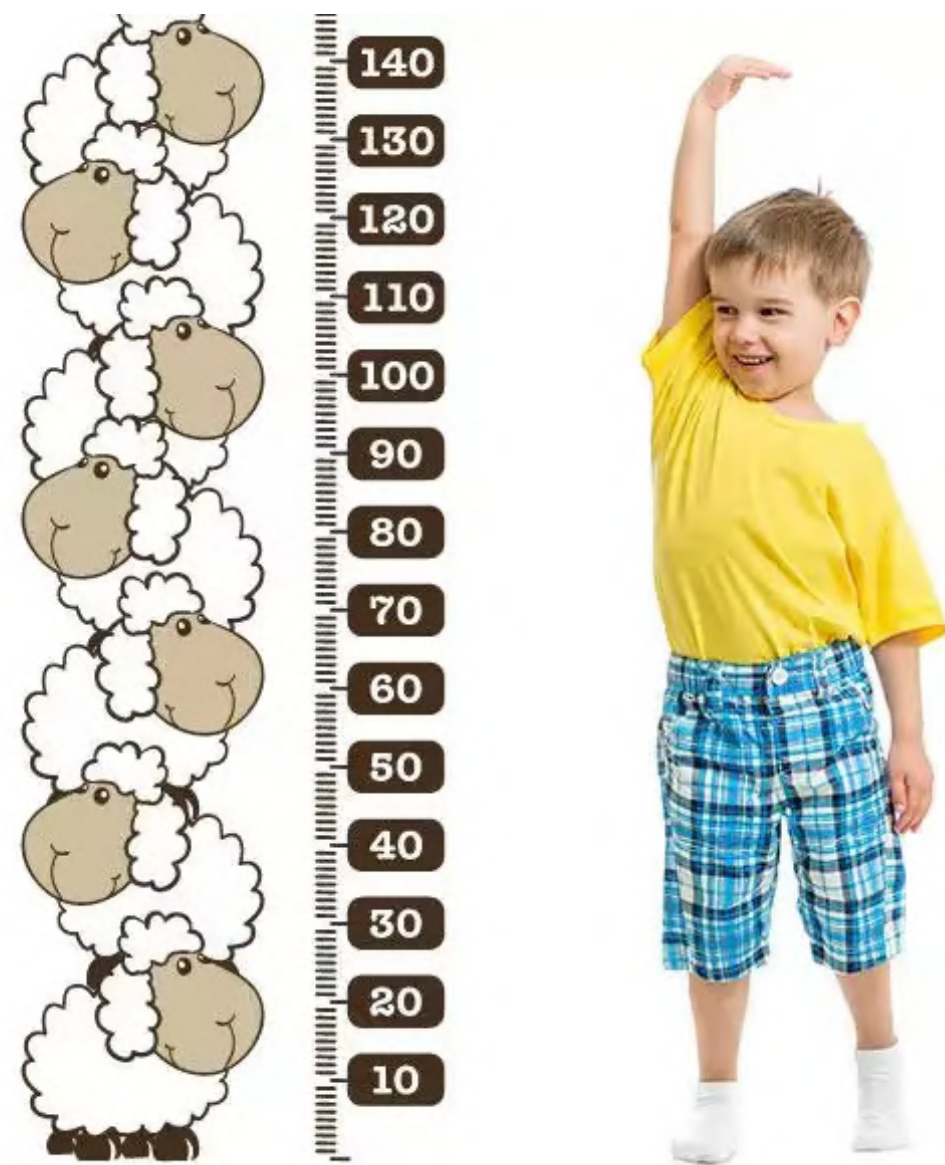
La rappresentazione dei dati

Quanto un semplice numero ci descrive una situazione?



La rappresentazione dei dati

Quanto un semplice numero ci descrive una situazione?

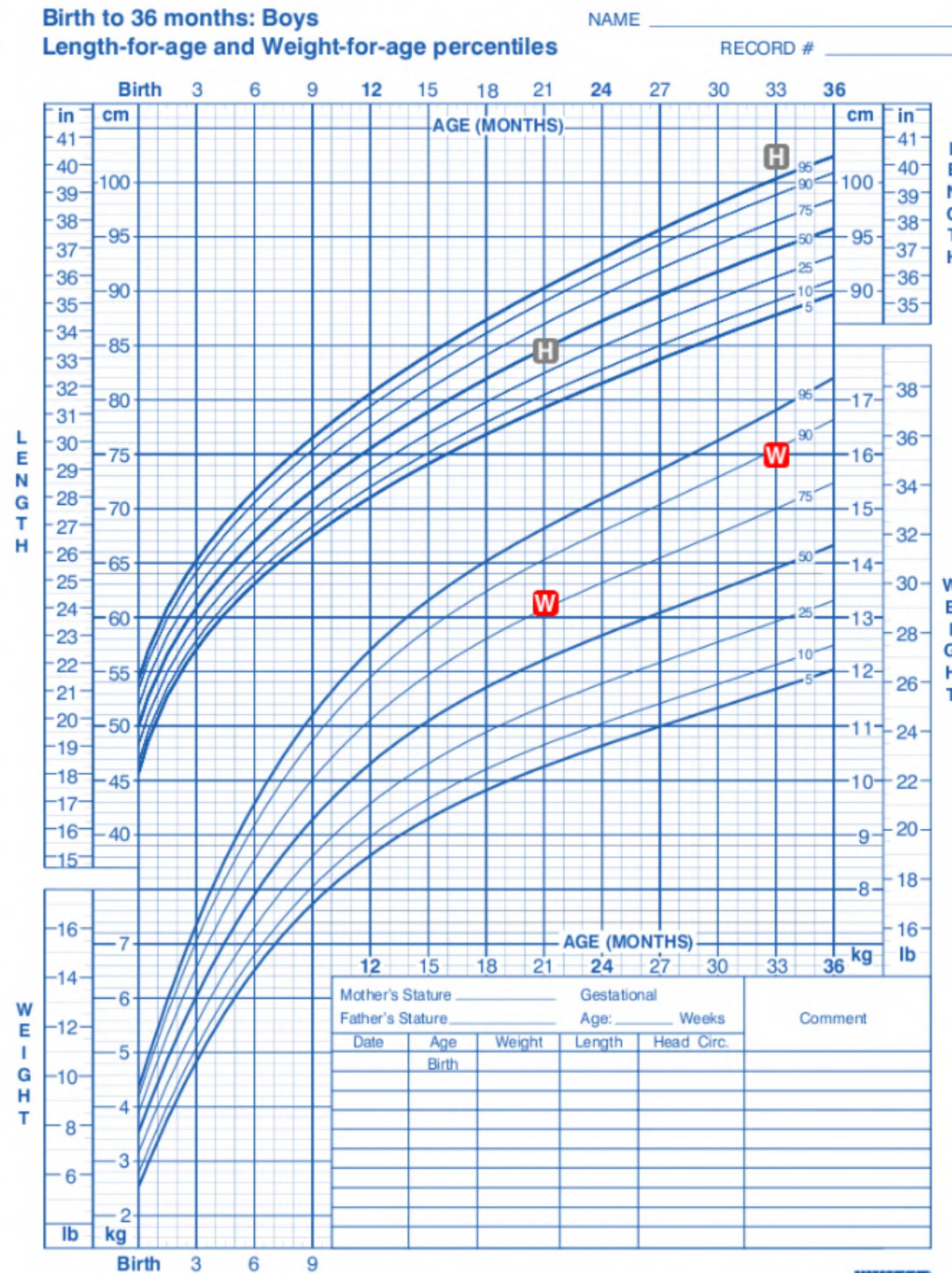


Baby's Weight Chart



Age	Girls	Boys
Newborn	3.28 kg	3.3 kg
1 month	4.2 kg	4.5 kg
2 months	5.1 kg	5.6 kg
3 months	5.8 kg	6.4 kg
4 months	6.4 kg	7.0 kg
5 months	6.9 kg	7.5 kg
6 months	7.3 kg	7.9 kg
7 months	7.6 kg	8.3 kg
8 months	7.9 kg	8.6 kg
9 months	8.2 kg	8.9 kg
10 months	8.5 kg	9.2 kg
11 months	8.7 kg	9.4 kg
12 months	8.9 kg	9.6 kg

La rappresentazione dei dati



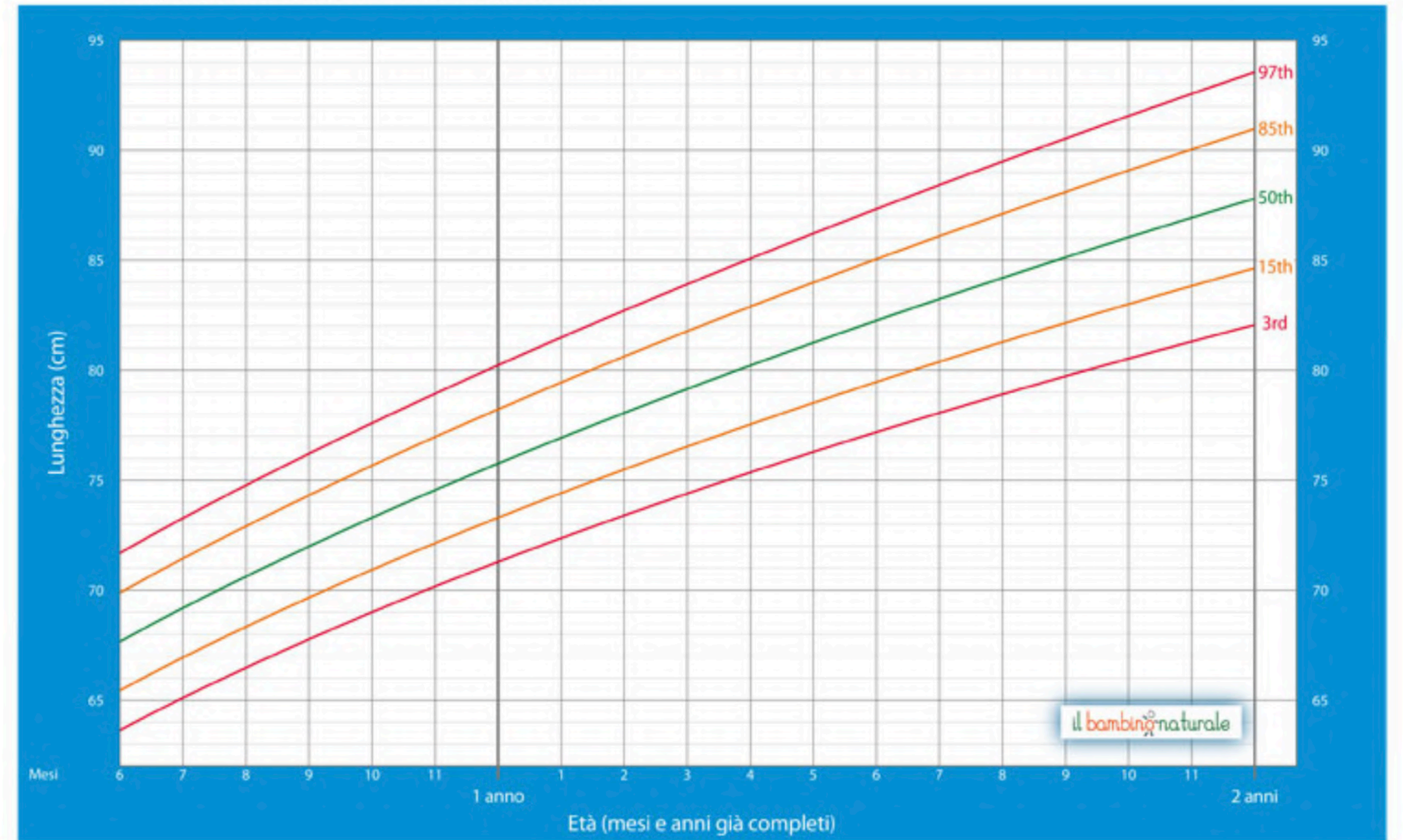
Published May 30, 2000 (modified 4/20/01).
SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).
<http://www.cdc.gov/growthcharts>



SAFER • HEALTHIER • PEOPLE™

Lunghezza del BAMBINO

Curve di crescita da 6 mesi a 2 anni (percentili)



WHO Child Growth Standards

La rappresentazione dei dati

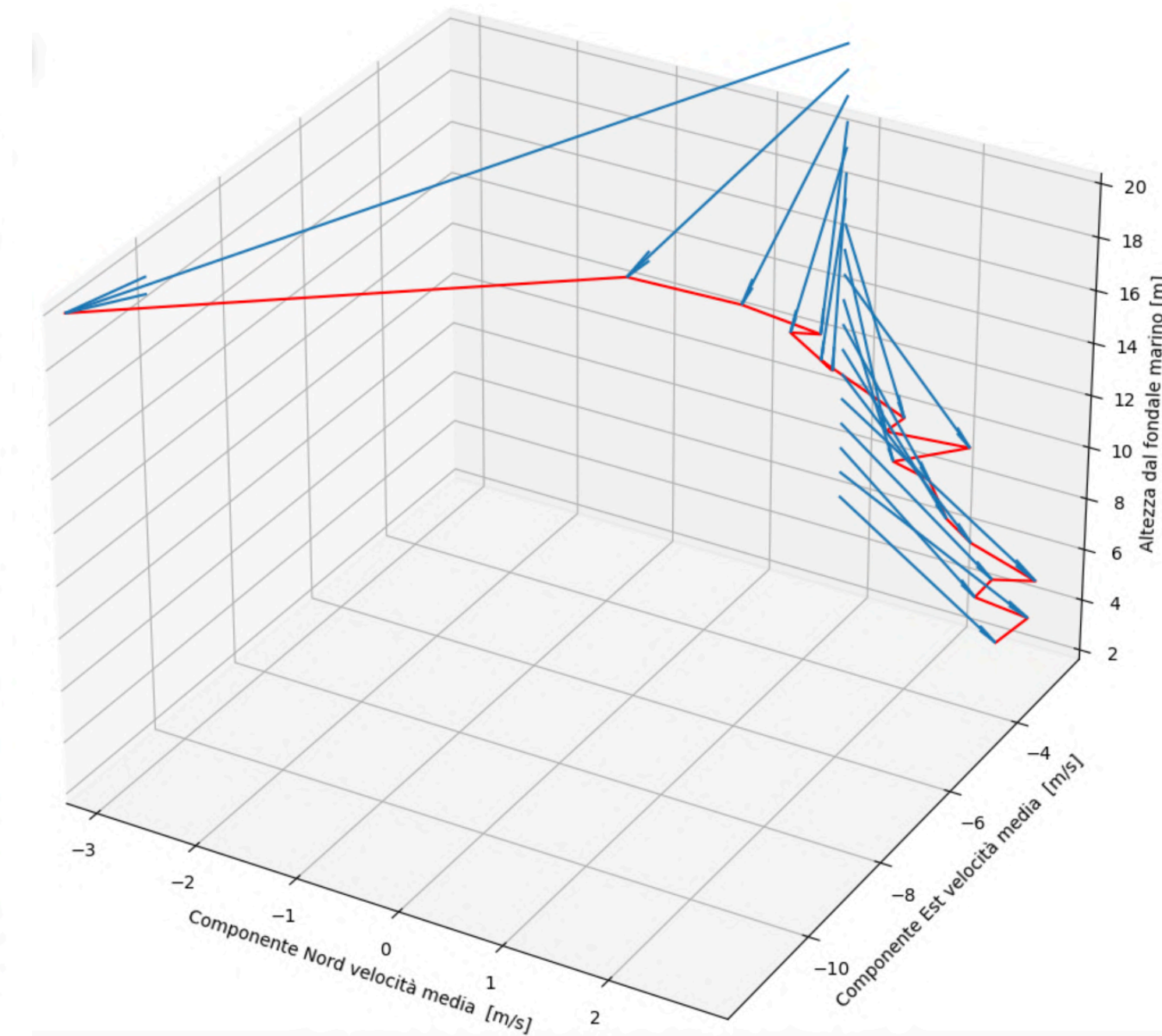
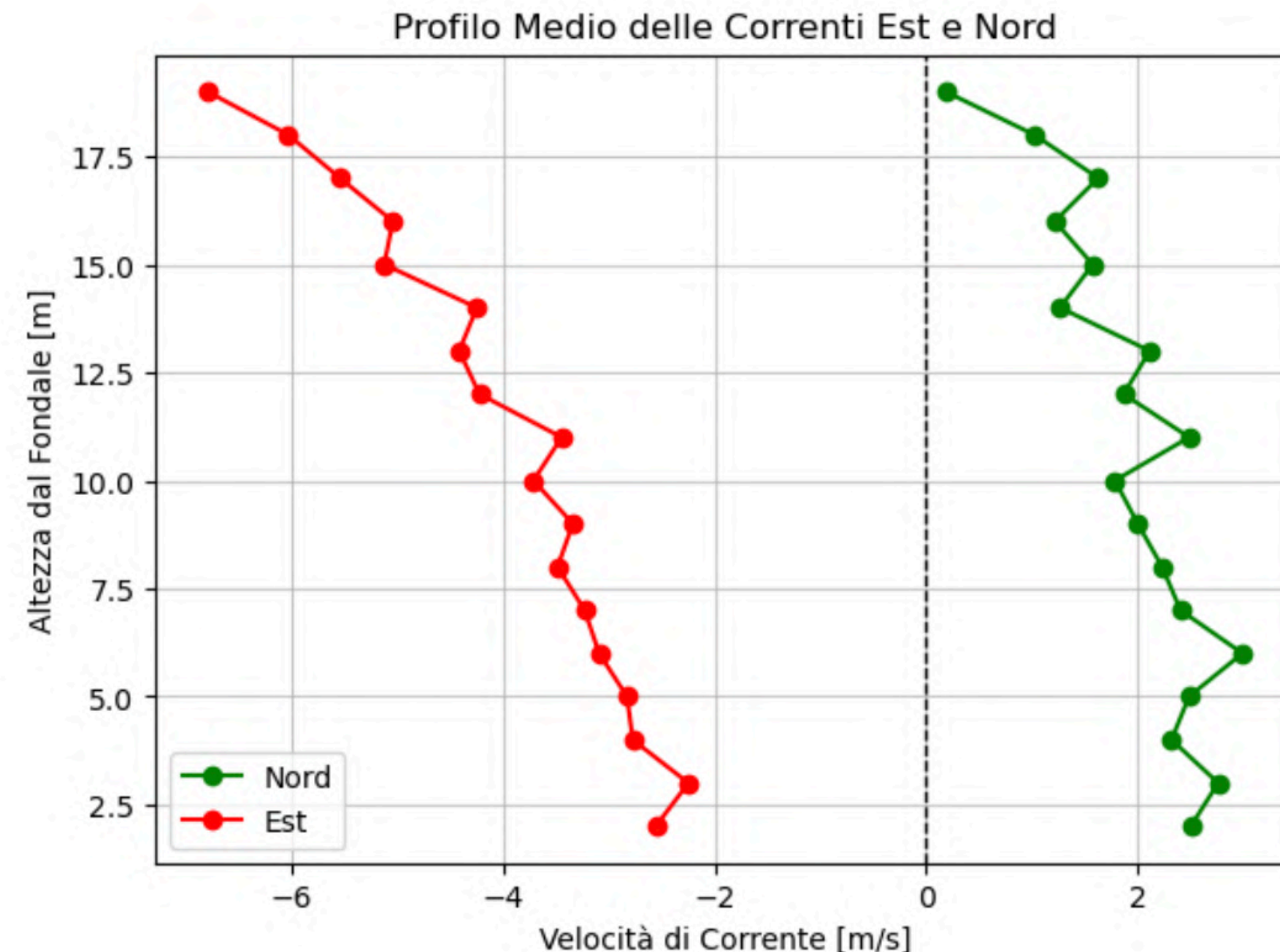
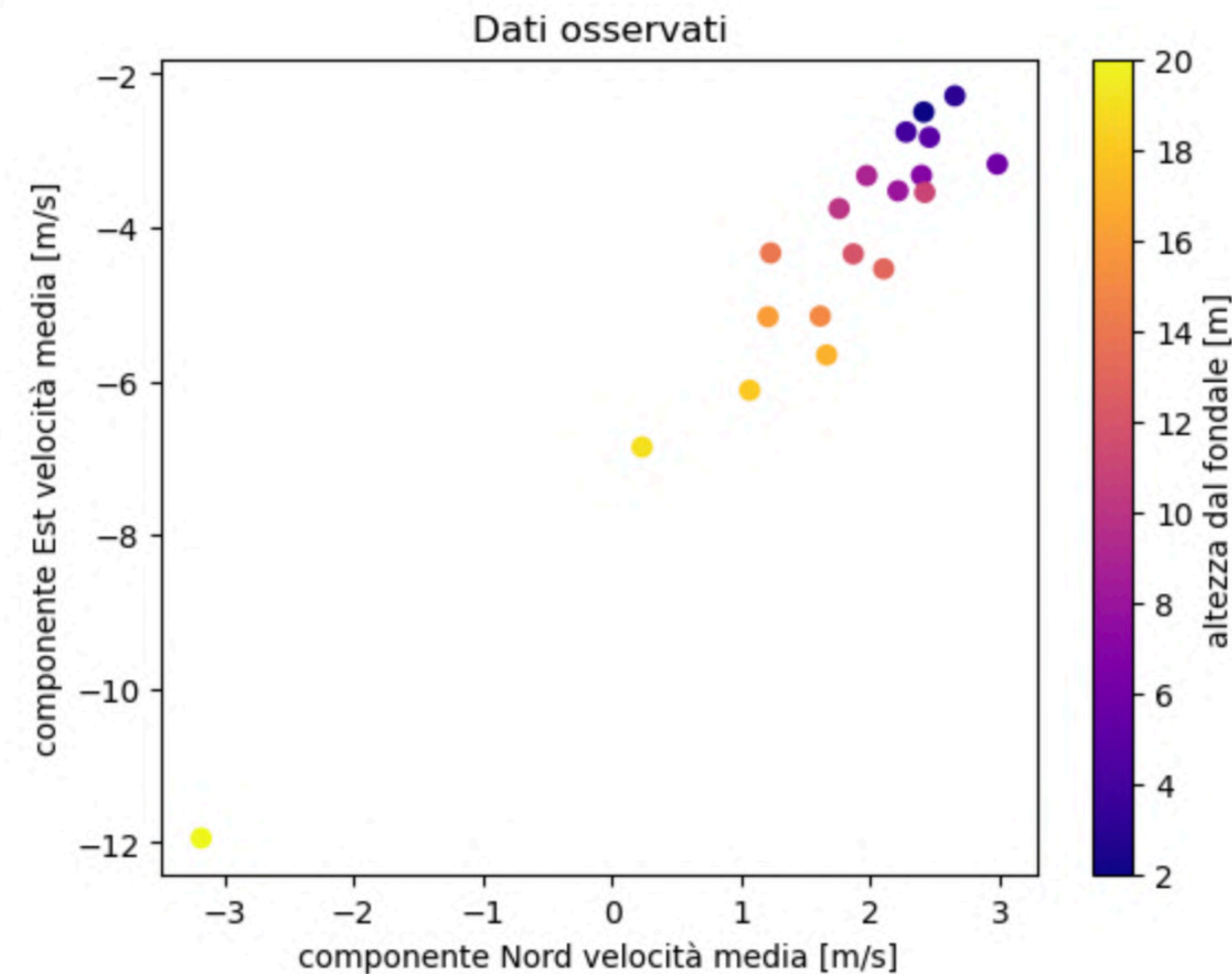
Problema: analisi delle correnti marine utilizzando i dati raccolti da una boa oceanografica VIDA.

Il modello di Ekman descrive il flusso delle correnti marine sotto l'influenza del vento sulla superficie dell'acqua e della forza di Coriolis, risultante dalla rotazione terrestre.

Dati raccolti

	Date and time	Mean Wind Speed	Mean Wind Direction	Waves mean height	Waves mean direction	CurrentE (2 m)	CurrentN (2 m)	CurrentE (3 m)	CurrentN (3 m)	CurrentE (4 m)	...	CurrentE (16 m)	CurrentN (16 m)	CurrentE (17 m)	CurrentN (17 m)	CurrentE (18 m)	CurrentN (18 m)	CurrentE (19 m)	CurrentN (19 m)
0	2024-01-07 00:00:00	13.7669	59.8344	0.961	44.56	13.6	3.7	10.6	2.8	14.4	...	-2.0	3.6	1.5	-1.9	7.7	3.5	0.3	5.6
1	2024-01-07 00:30:00	12.6352	57.1157	0.819	40.34	15.0	2.4	10.0	7.2	11.7	...	3.5	7.8	-0.4	5.6	1.1	6.9	0.2	5.1
2	2024-01-07 01:00:00	13.8131	52.7333	0.832	45.20	13.0	0.8	13.4	6.4	11.4	...	4.1	4.2	3.2	8.4	1.3	2.8	-0.9	5.3
3	2024-01-07 01:30:00	14.0673	53.2746	0.972	48.87	7.9	7.6	6.7	5.7	8.4	...	2.2	0.8	5.7	2.4	4.3	2.5	7.5	1.4
4	2024-01-07 02:00:00	11.6200	48.5875	0.867	53.78	6.7	4.9	6.3	7.7	6.0	...	2.7	9.4	3.8	11.3	3.2	10.6	-2.8	7.1
...
139	2024-01-09 21:30:00	10.0730	59.1227	1.067	61.85	10.6	10.5	16.4	9.1	16.0	...	16.9	2.5	18.1	8.1	19.0	0.0	15.7	-2.6

Visualizzazione dati



La rappresentazione dei dati

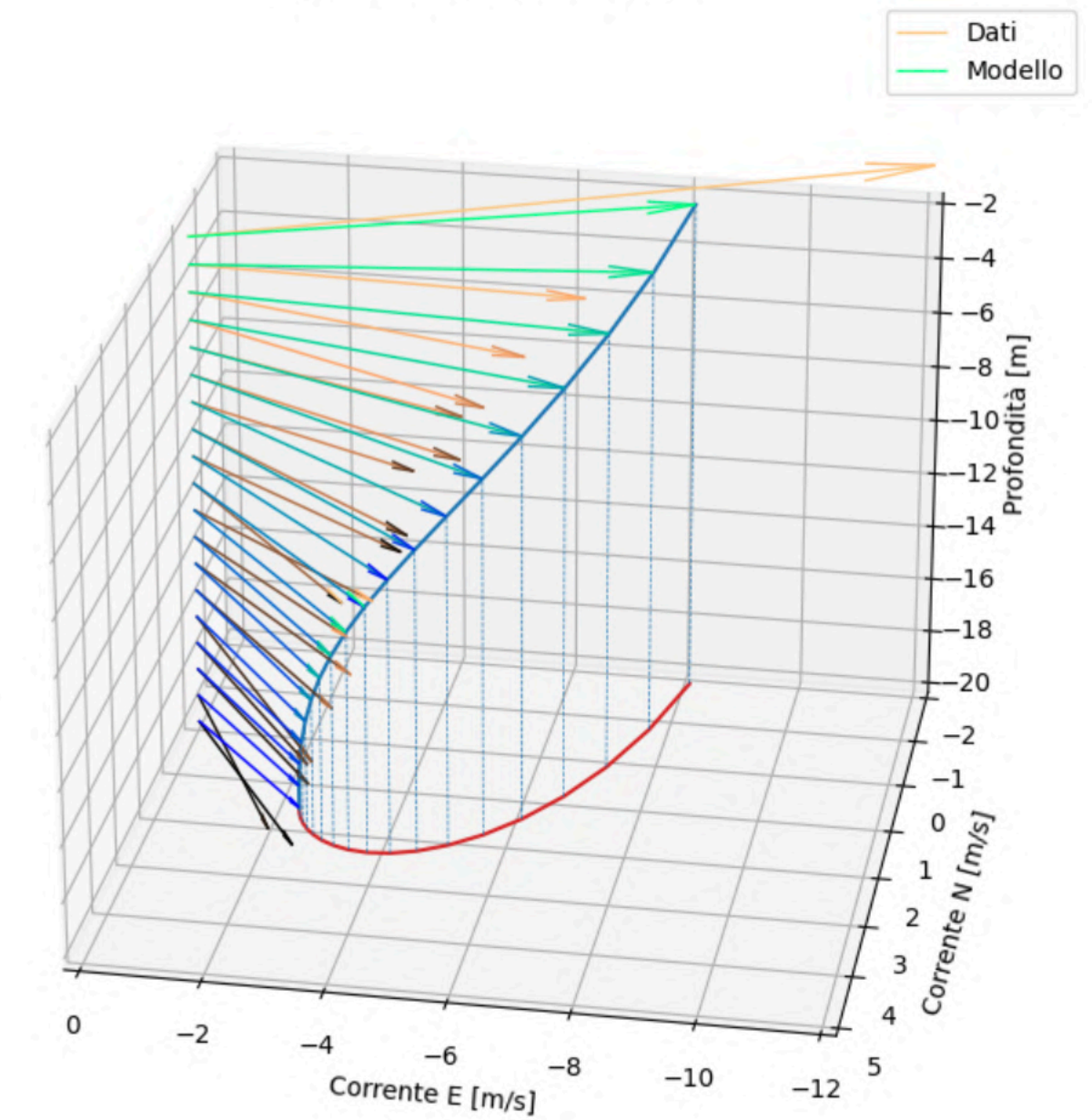
Problema: analisi delle correnti marine utilizzando i dati raccolti da una boa oceanografica VIDA.

Il modello di Ekman descrive il flusso delle correnti marine sotto l'influenza del vento sulla superficie dell'acqua e della forza di Coriolis, risultante dalla rotazione terrestre.

Dati raccolti

Date and time	Mean Wind Speed	Mean Wind Direction	Waves mean height	Waves mean direction	CurrentE (2 m)	CurrentN (2 m)	CurrentE (3 m)	CurrentN (3 m)	CurrentE (4 m)	...	CurrentE (16 m)	CurrentN (16 m)	CurrentE (17 m)	CurrentN (17 m)	CurrentE (18 m)	CurrentN (18 m)	CurrentE (19 m)	CurrentN (19 m)	
2024-01-07 00:00:00	13.7669	59.8344	0.961	44.56	13.6	3.7	10.6	2.8	14.4	...	-2.0	3.6	1.5	-1.9	7.7	3.5	0.3	5.6	
2024-01-07 00:30:00	12.6352	57.1157	0.819	40.34	15.0	2.4	10.0	7.2	11.7	...	3.5	7.8	-0.4	5.6	1.1	6.9	0.2	5.1	
2024-01-07 01:00:00	13.8131	52.7333	0.832	45.20	13.0	0.8	13.4	6.4	11.4	...	4.1	4.2	3.2	8.4	1.3	2.8	-0.9	5.3	
2024-01-07 01:30:00	14.0673	53.2746	0.972	48.87	7.9	7.6	6.7	5.7	8.4	...	2.2	0.8	5.7	2.4	4.3	2.5	7.5	1.4	
2024-01-07 02:00:00	11.6200	48.5875	0.867	53.78	6.7	4.9	6.3	7.7	6.0	...	2.7	9.4	3.8	11.3	3.2	10.6	-2.8	7.1	
...
2024-01-09 21:30:00	10.0730	59.1227	1.067	61.85	10.6	10.5	16.4	9.1	16.0	...	16.9	2.5	18.1	8.1	19.0	0.0	15.7	-2.6	

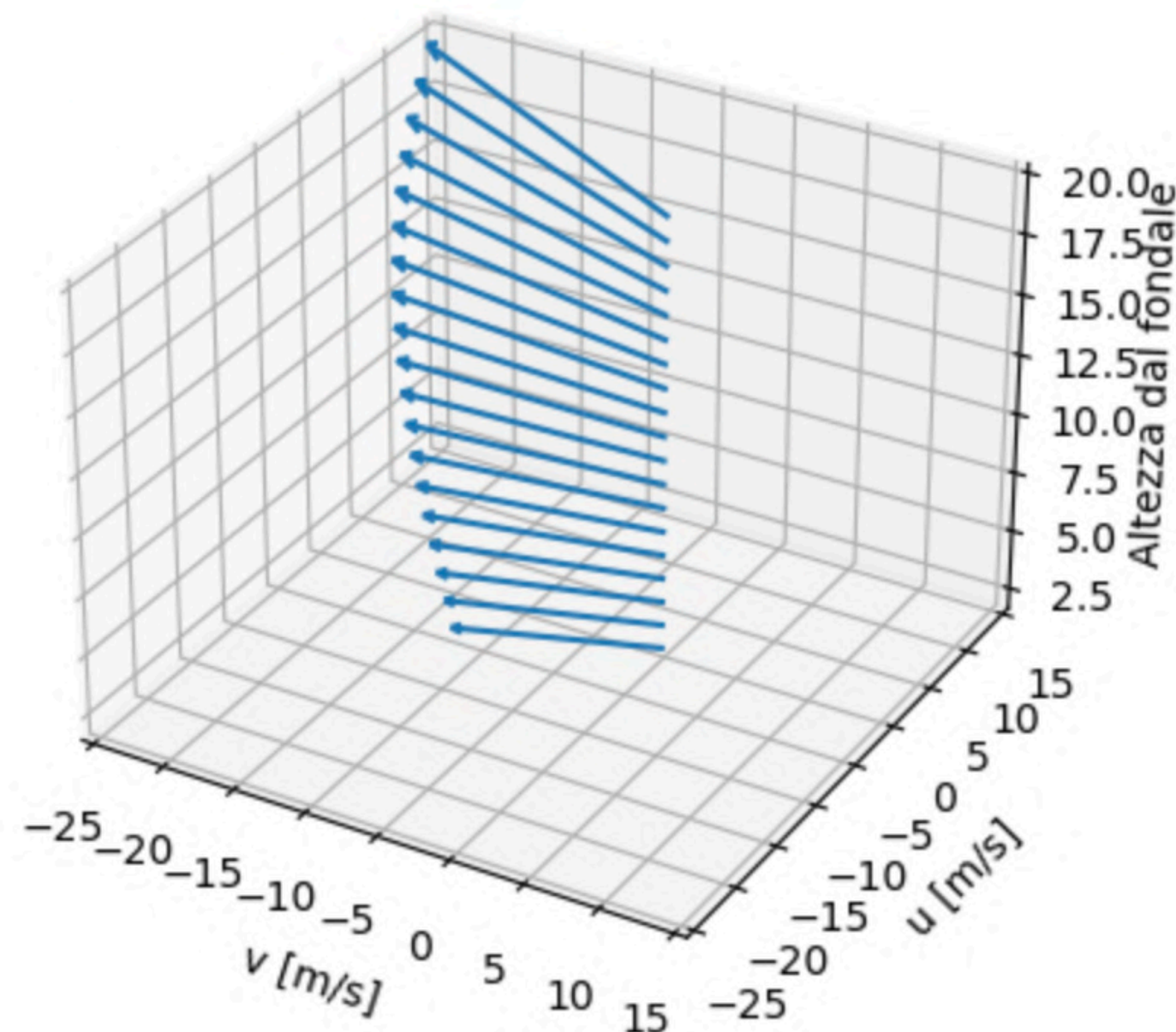
Confronto tra dati e modello



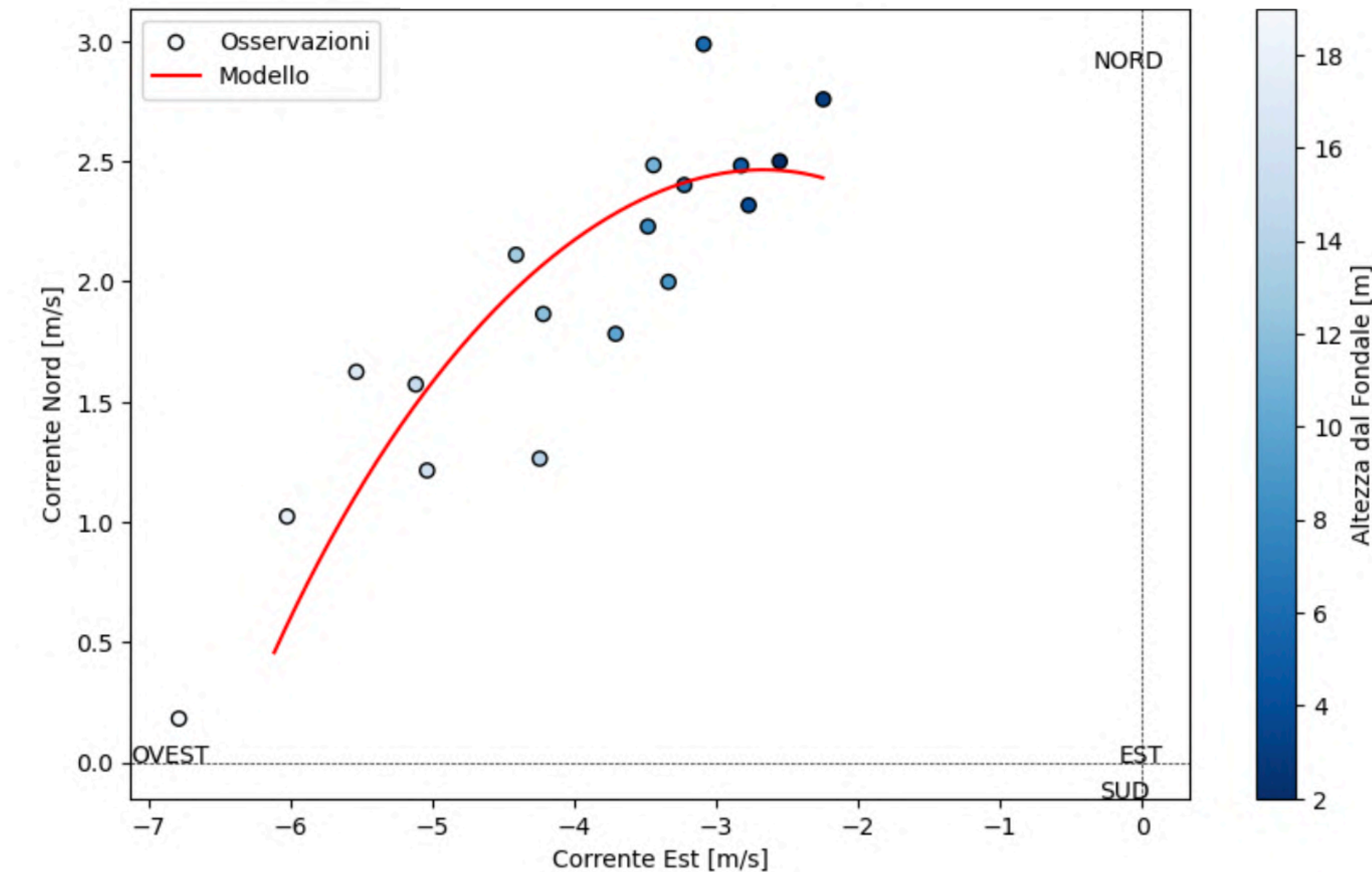
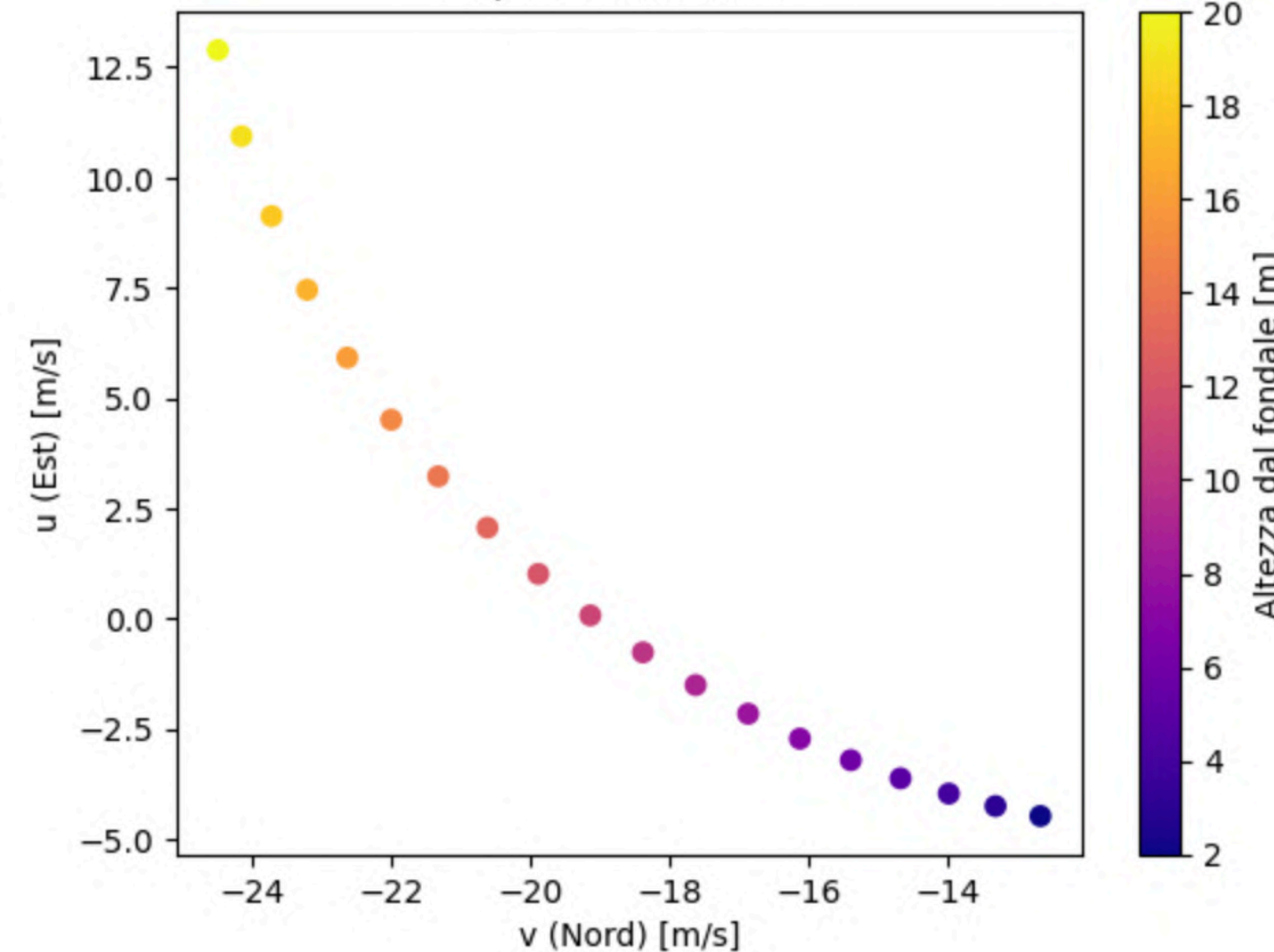
Visualizzazione e analisi dati

Spirale di Ekman

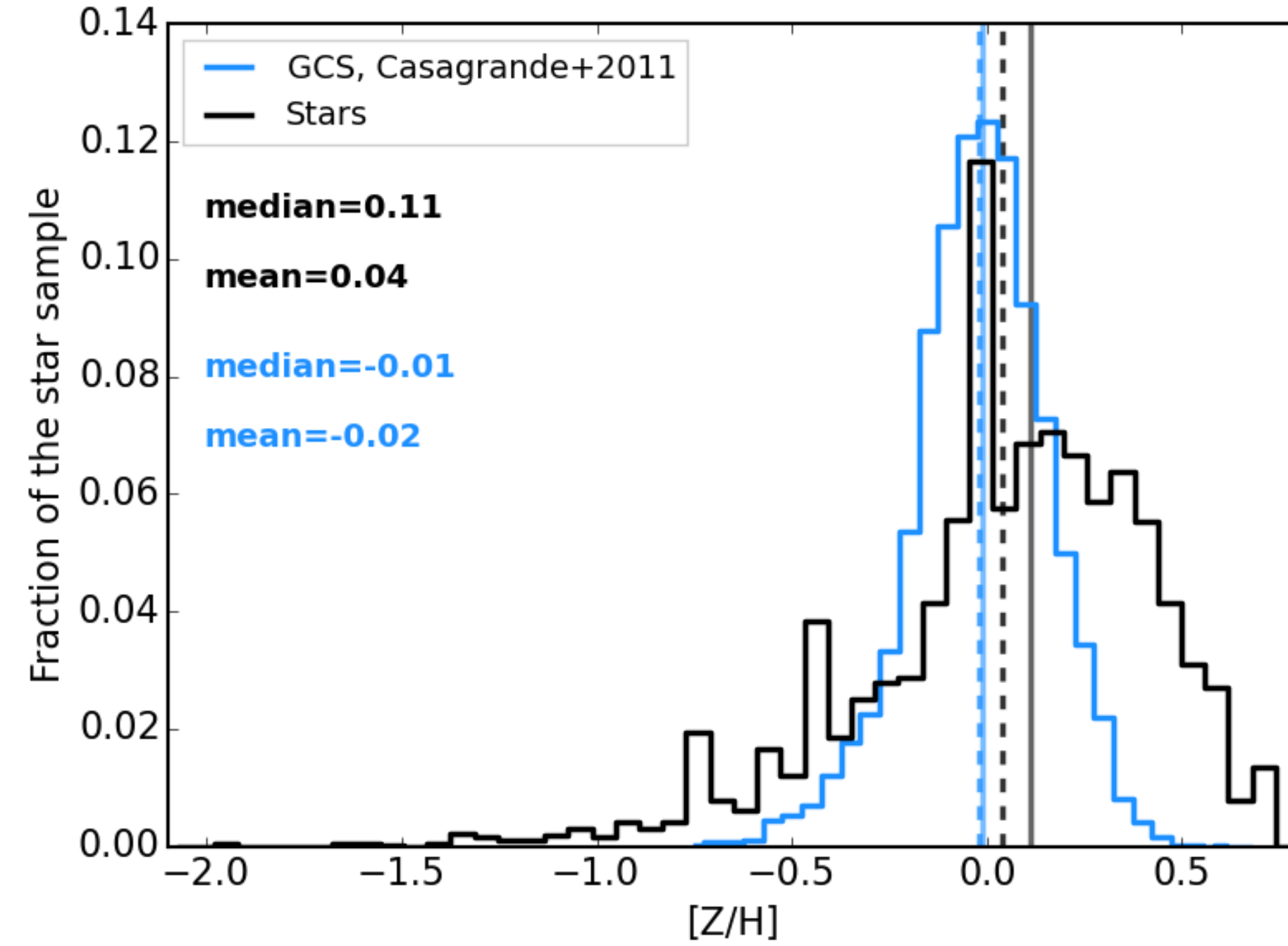
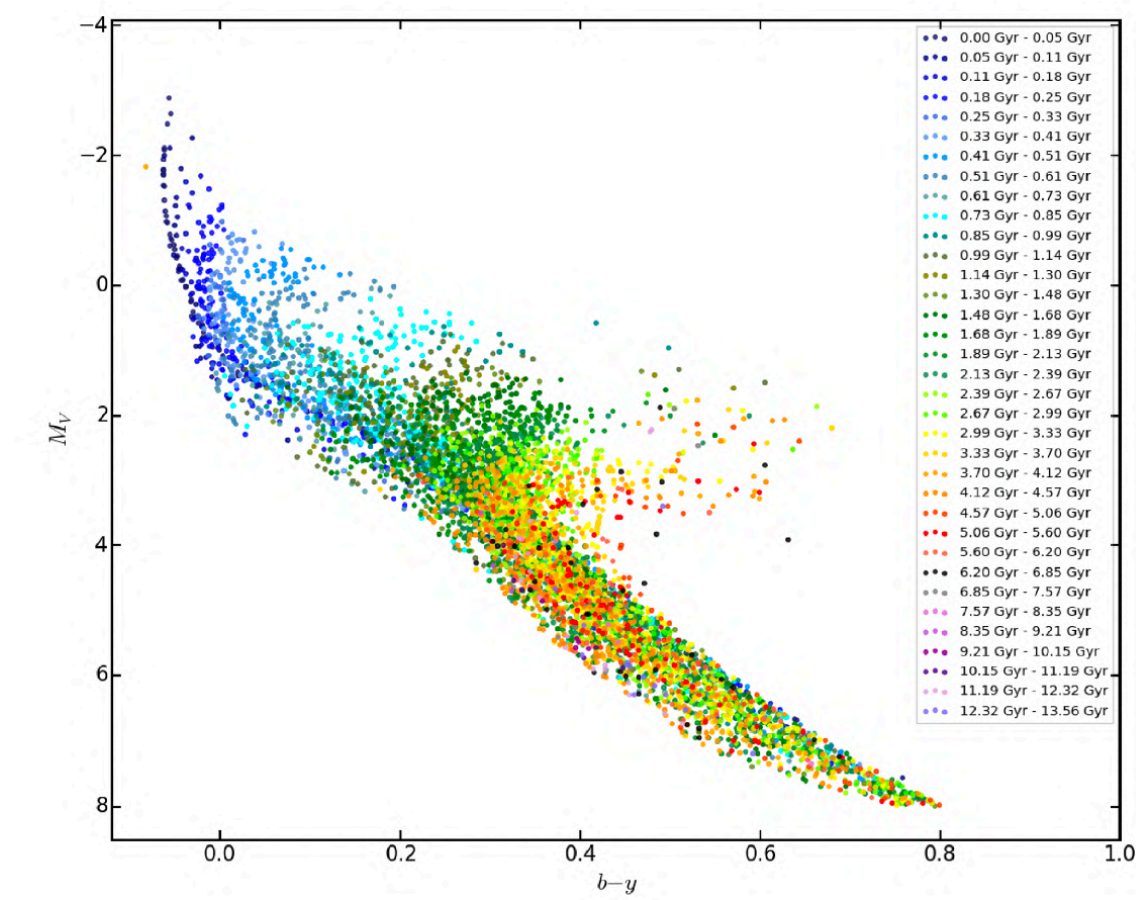
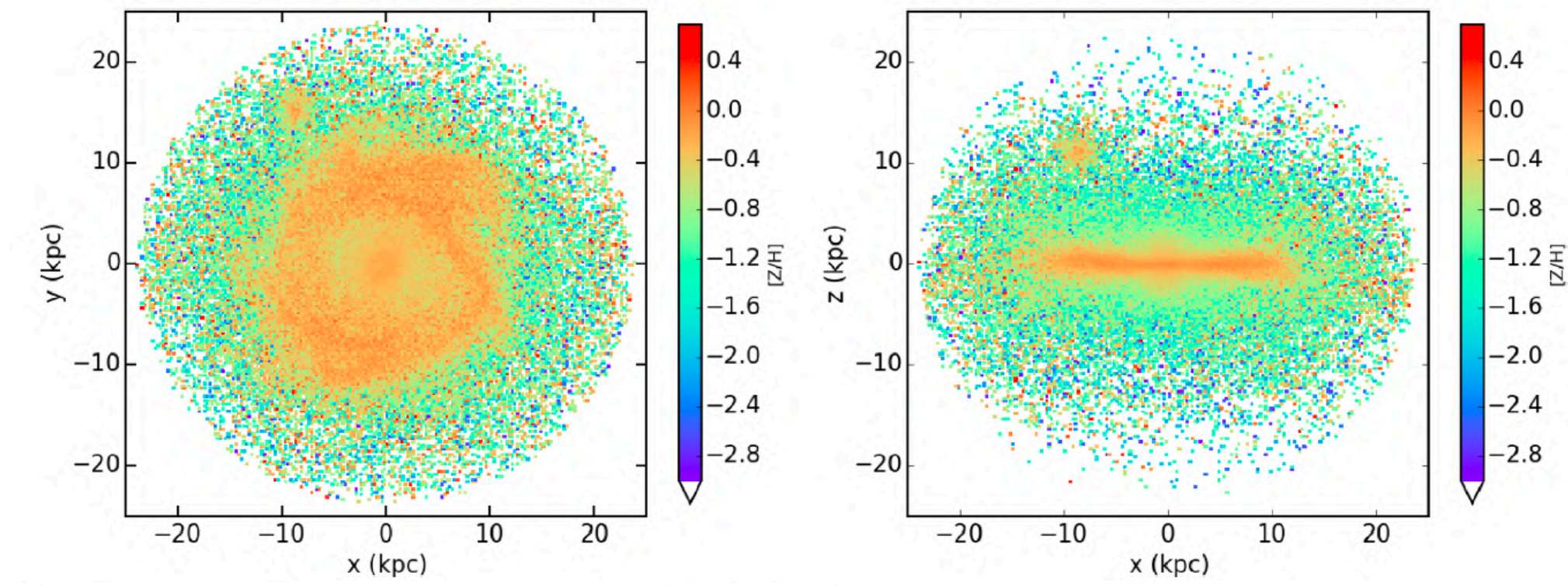
Modellizzazione dati



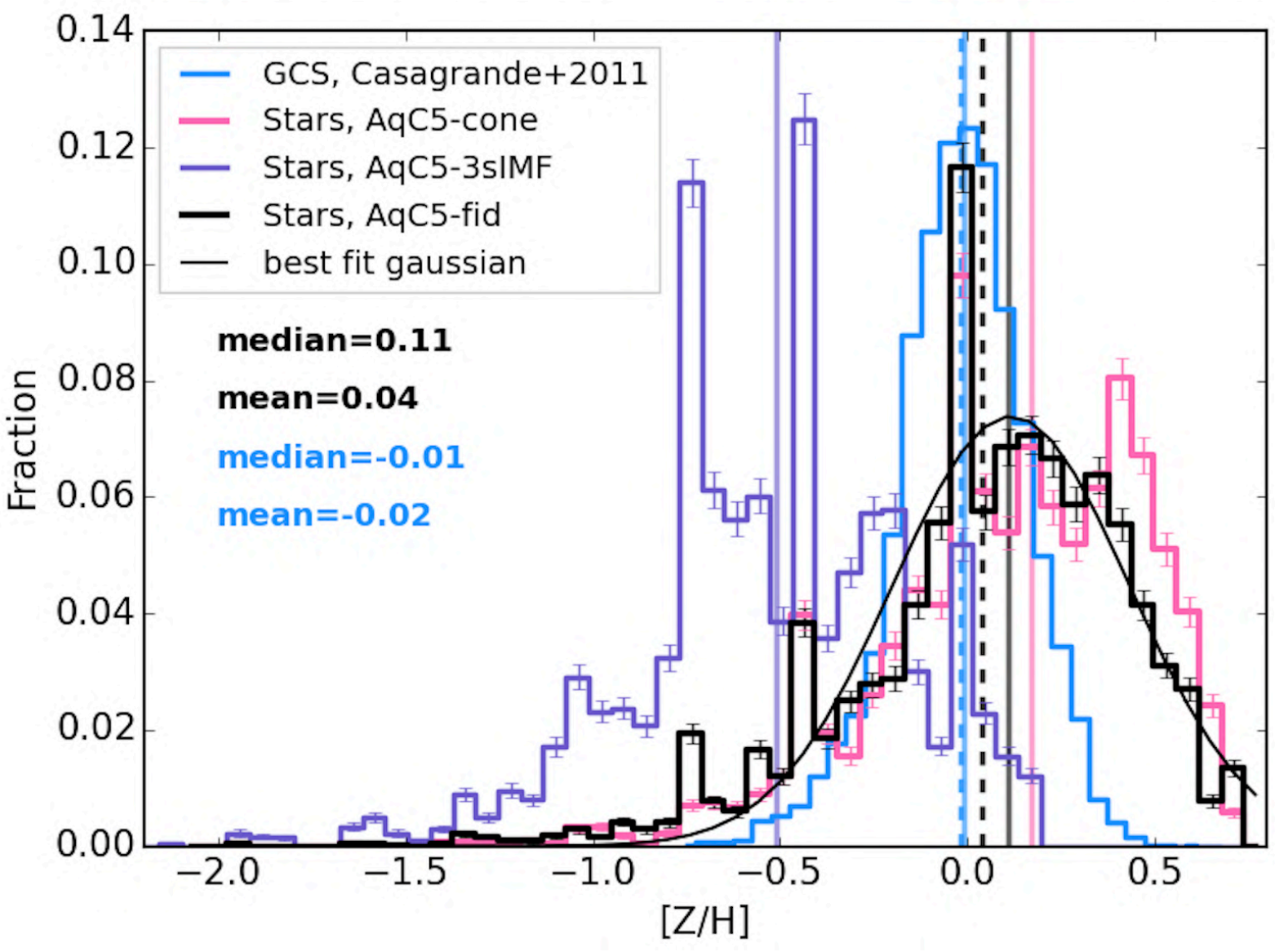
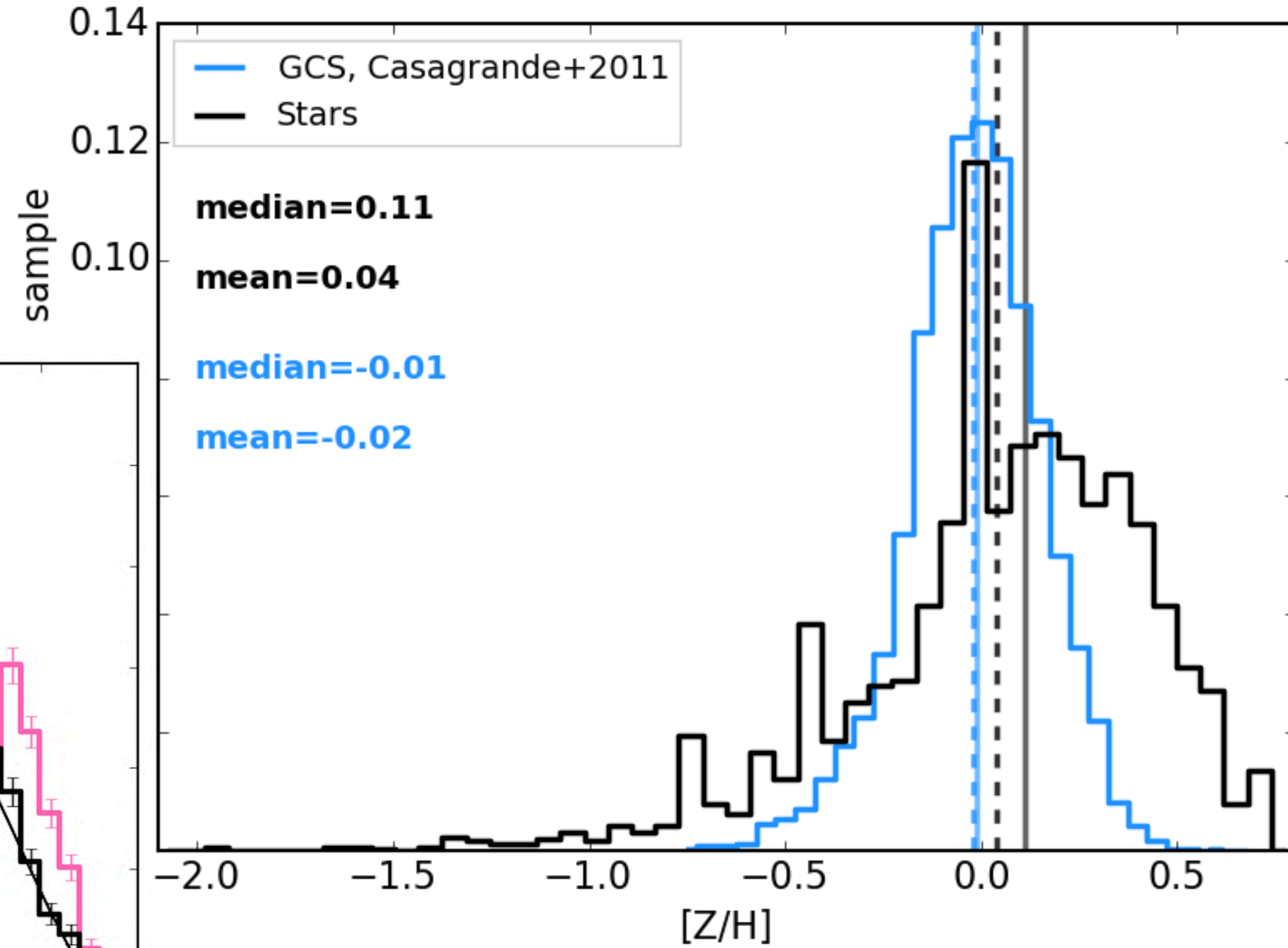
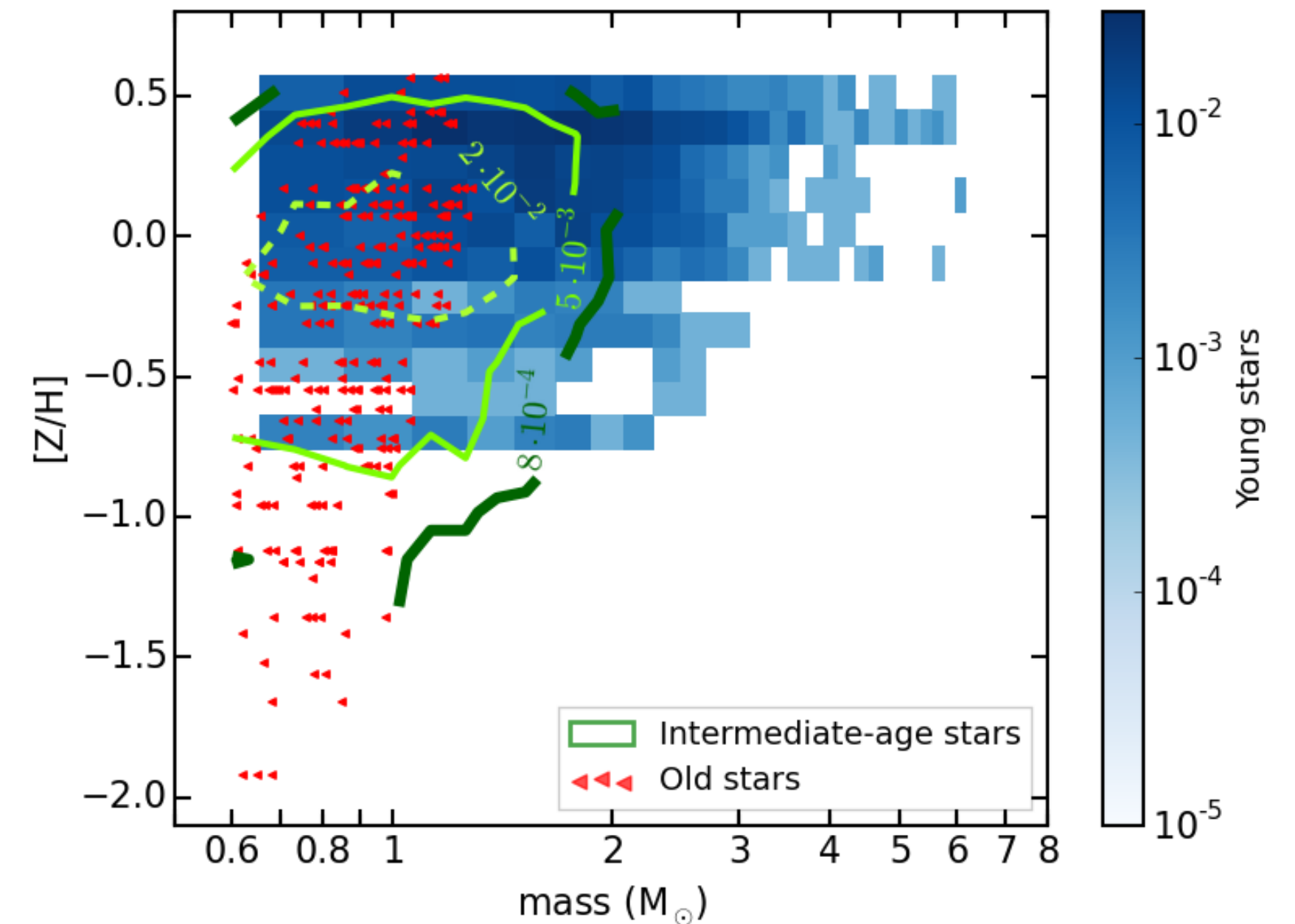
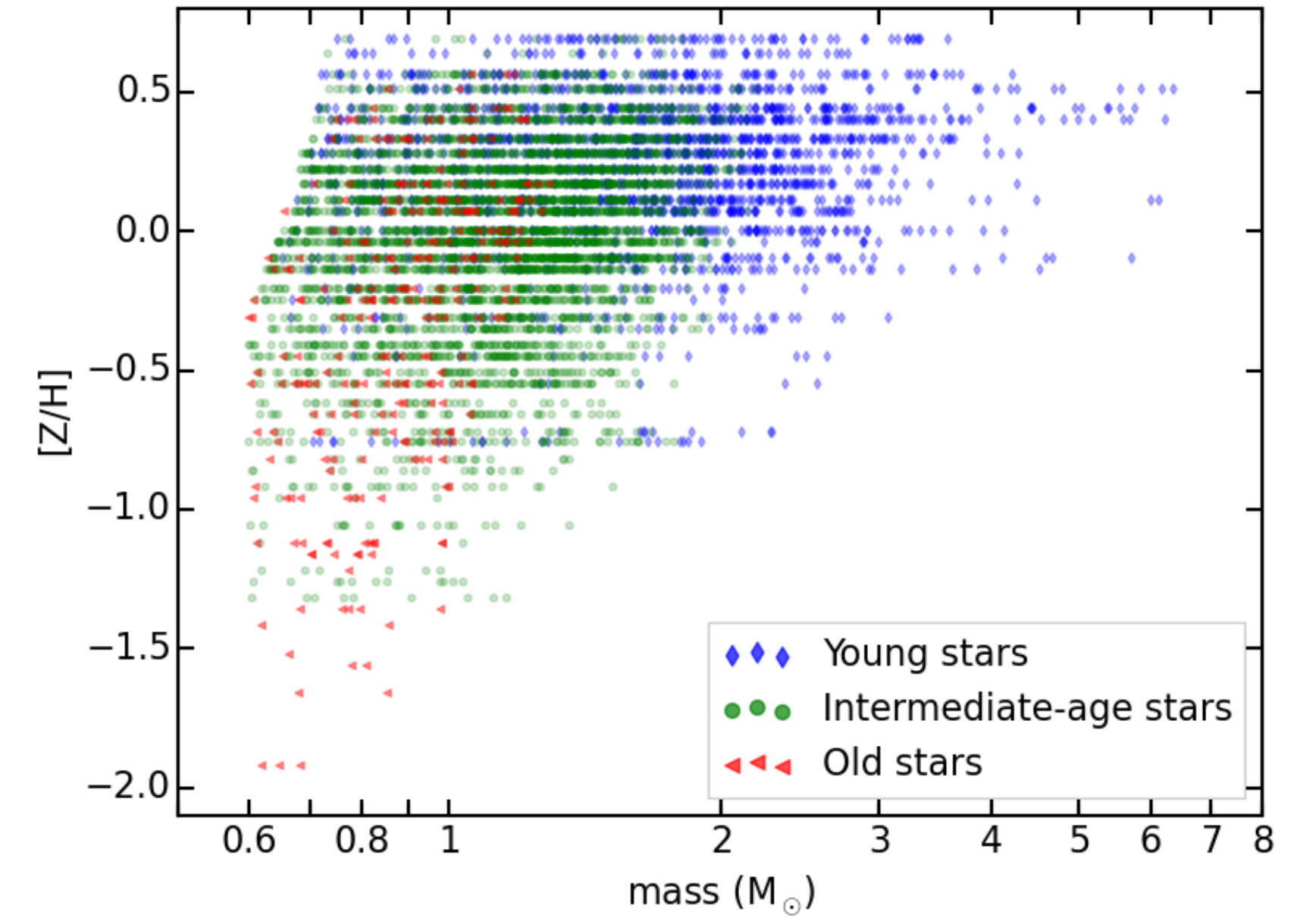
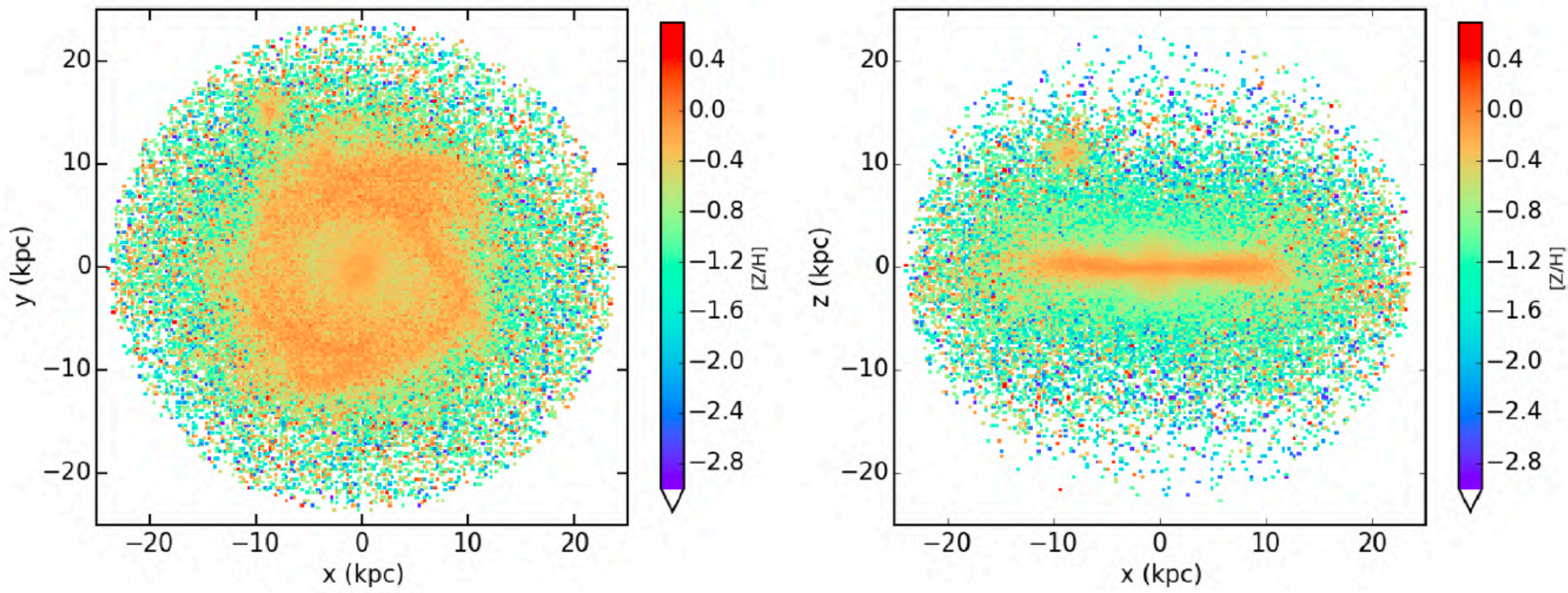
Spirale di Ekman



La rappresentazione dei dati



La rappresentazione dei dati

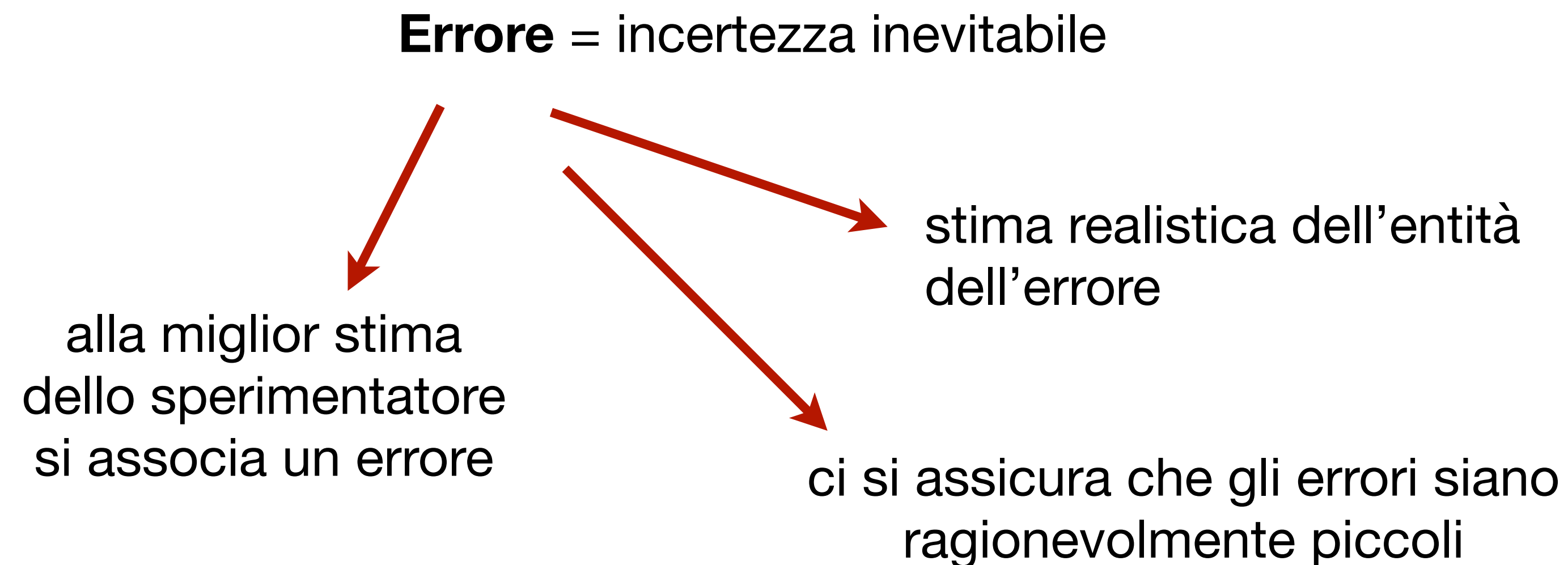


Introduzione all'analisi degli errori

Analisi degli errori: studio e calcolo dell'**incertezza nella misura**.

Nessuna misura è completamente libera da errori.

Nelle discipline scientifiche è fondamentale calcolare gli errori nelle misure sperimentali e ridurli al minimo.



I termini errore ed incertezza sono spesso usati in modo intercambiabile.

Errore: discrepanza tra valore misurato e valore vero di una grandezza fisica

Incertezza: intervallo per i valori della grandezza fisica compatibile con la misura

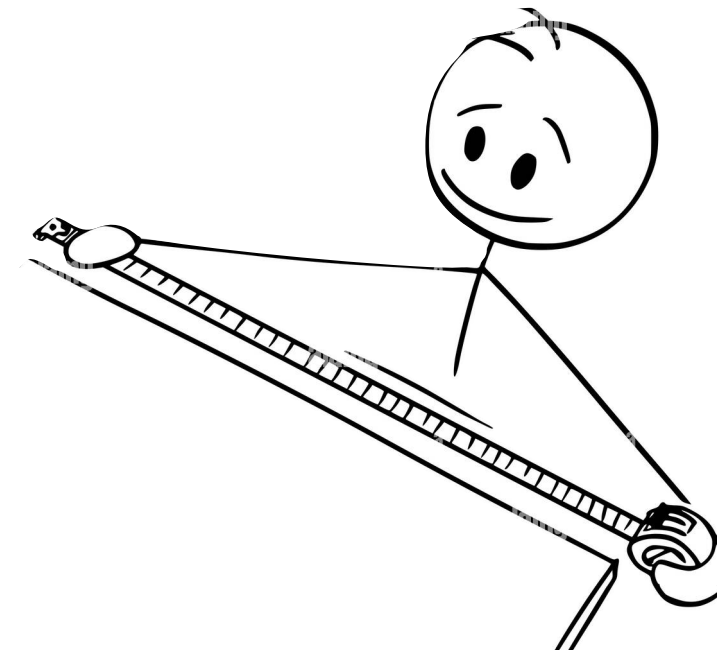
Introduzione all'analisi degli errori

Misura di un tempo con diversi tipi di strumenti



Strumento digitale: la risposta è digitalizzata e rappresentata in cifre su un display o altro supporto visivo

Strumento analogico: la risposta viene letta su una scala graduata sulla quale si muove un indice



Introduzione all'analisi degli errori

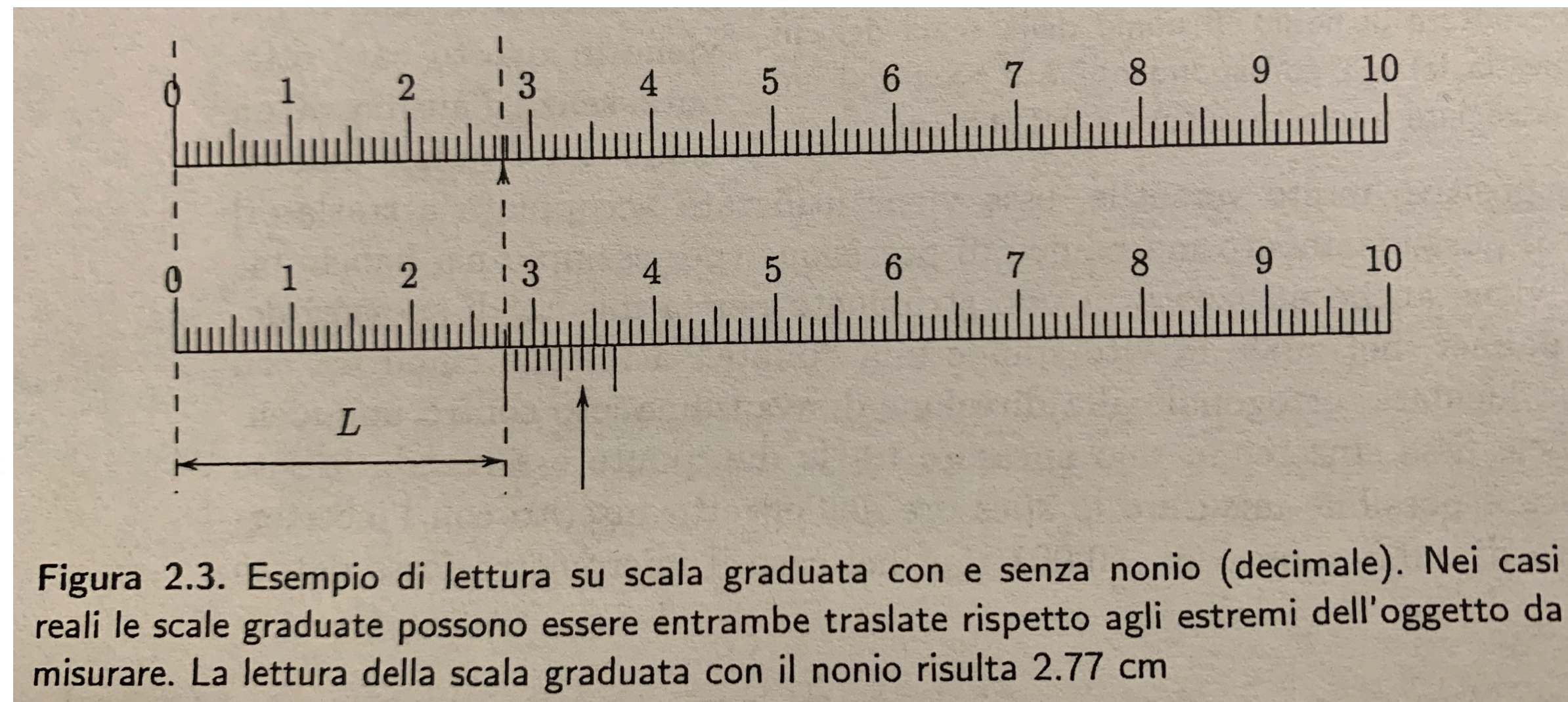
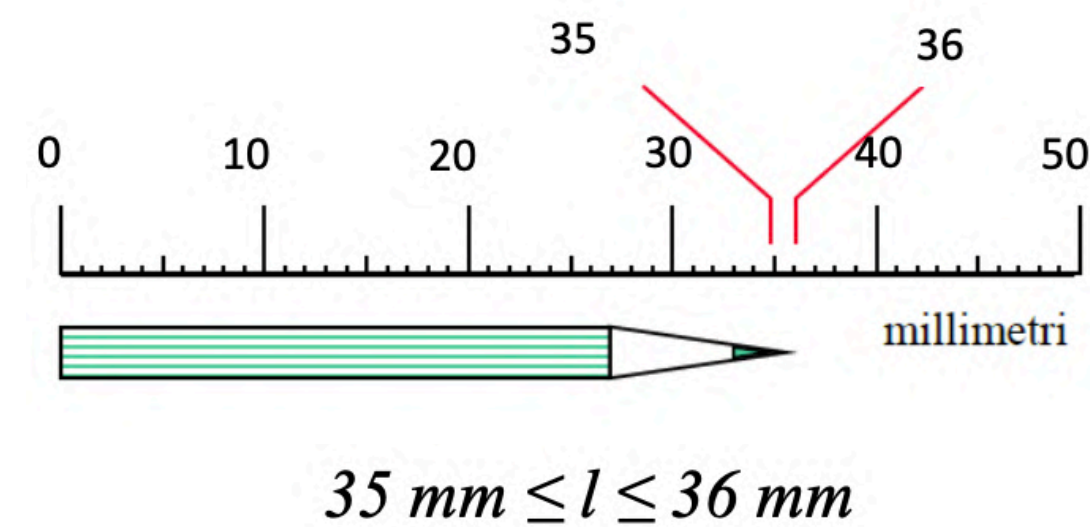
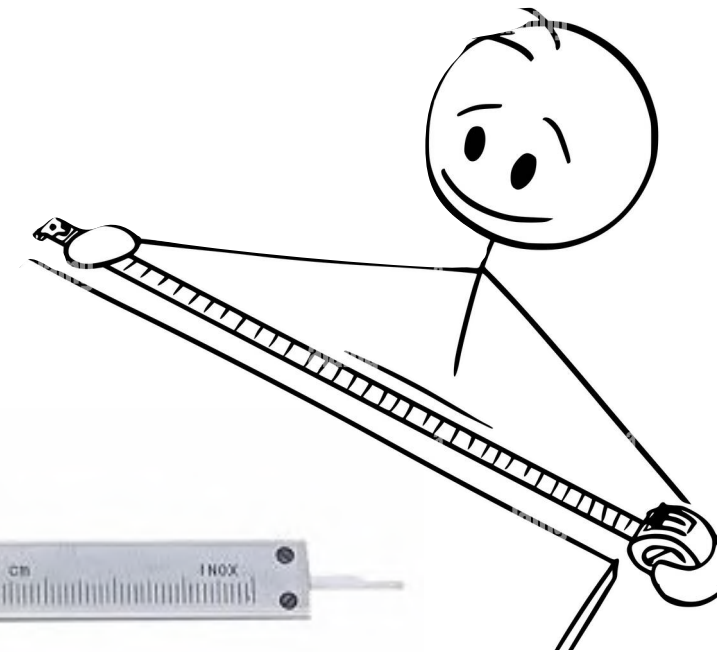
Misura di un tempo con diversi tipi di strumenti



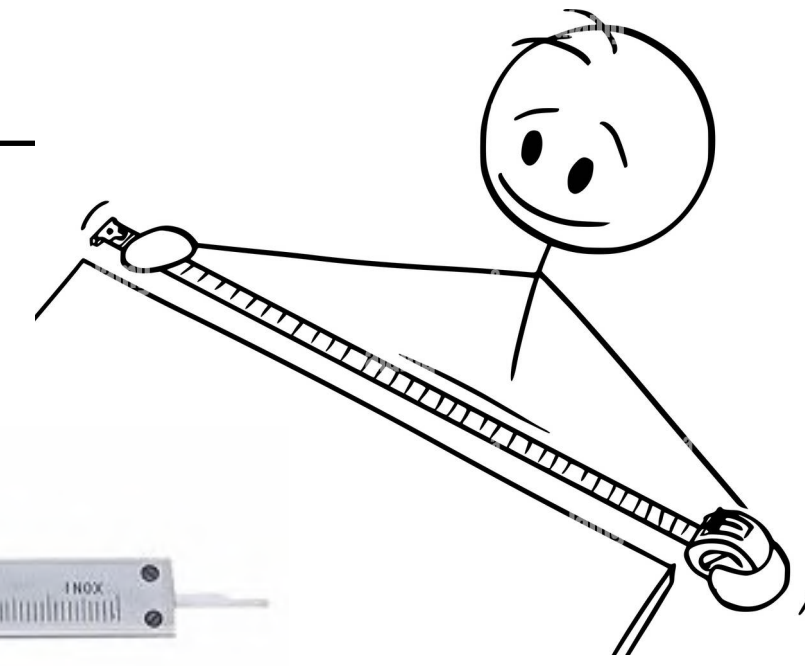
Strumento digitale: la risposta è digitalizzata e rappresentata in cifre su un display o altro supporto visivo

Strumento analogico: la risposta viene letta su una scala graduata sulla quale si muove un indice

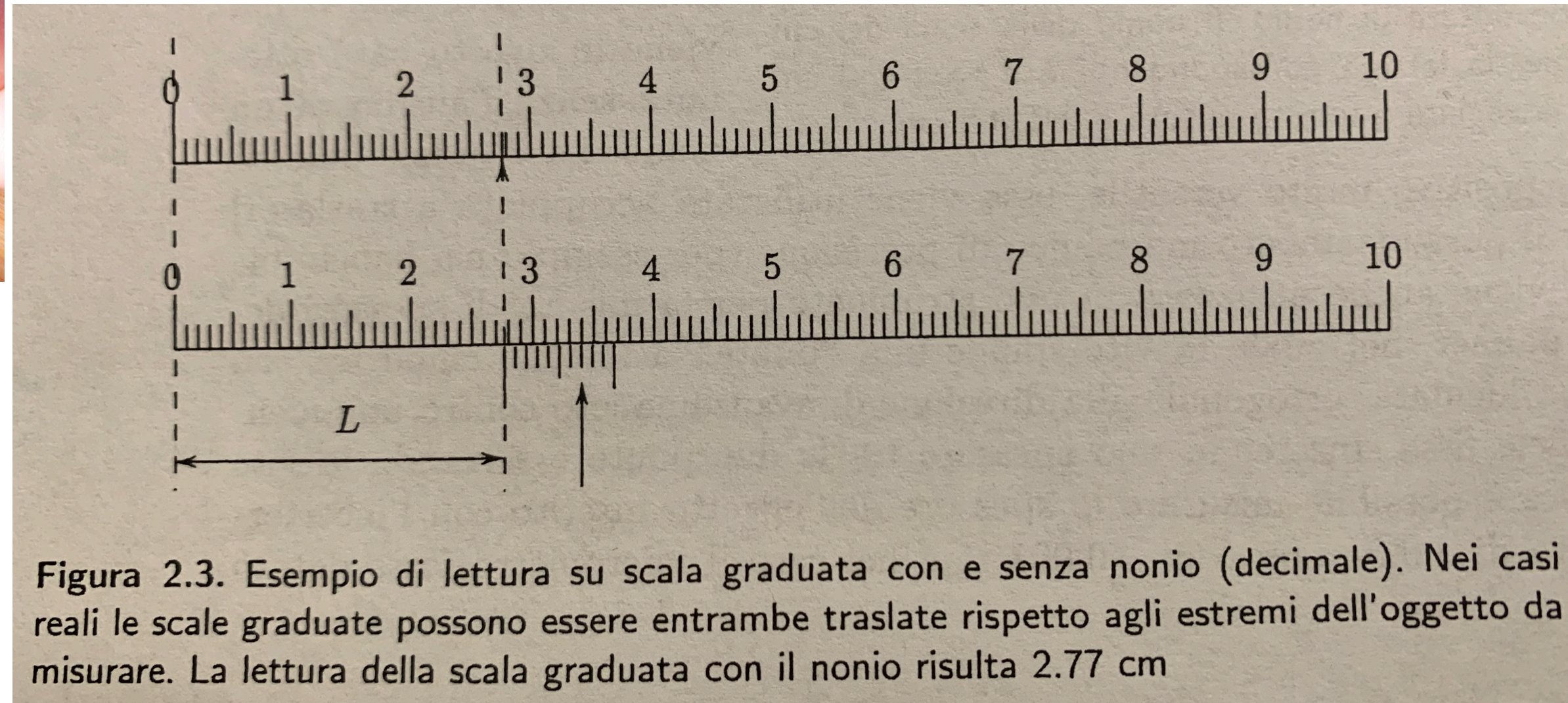
Esempi di misura di una lunghezza



Introduzione all'analisi degli errori



Esempi di misura di una lunghezza



Per determinare l'incertezza nella misura, la quantità da misurare deve essere ben definita.

Nella realtà quotidiana gli errori sono spesso trascurati, ma nelle scienze non è possibile ignorarli.

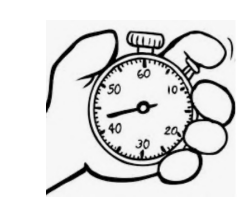
Come valutare la grandezza di un errore?

Quali tipi di errori possono esserci in una misura?

Alcuni concetti di base utili



Strumenti di misura: sono opportunamente **tarati**, dal momento che la loro risposta è stata determinata in corrispondenza di un certo numero di sollecitazioni note. Funzionano da un valore minimo (**soglia**) ad un valore massimo (**portata**).

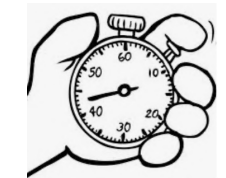


Prontezza: indica quanto rapidamente uno strumento risponde alla variazione di una grandezza.

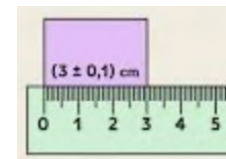
Alcuni concetti di base utili



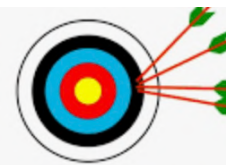
Strumenti di misura: sono opportunamente **tarati**, dal momento che la loro risposta è stata determinata in corrispondenza di un certo numero di sollecitazioni note. Funzionano da un valore minimo (**soglia**) ad un valore massimo (**portata**).



Prontezza: indica quanto rapidamente uno strumento risponde alla variazione di una grandezza.



Sensibilità: è la più piccola variazione della grandezza apprezzabile dallo strumento. L'**incertezza di sensibilità** rappresenta l'intervallo entro il quale lo strumento restituisce la stessa risposta.



Precisione: fornisce la capacità di uno strumento di indicare lo stesso valore in uscita quando sollecitato dallo stesso valore in entrata. È legata all'accordo tra misure indipendenti ottenute con un procedimento in condizioni definite.

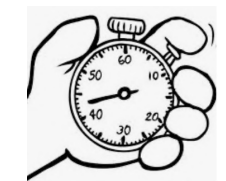


Accuratezza: indica l'accordo tra risultato (o misura della grandezza) e valore vero.

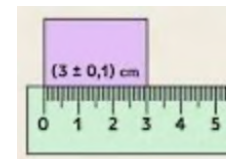
Alcuni concetti di base utili



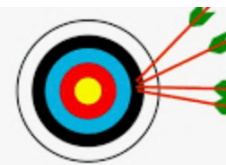
Strumenti di misura: sono opportunamente **tarati**, dal momento che la loro risposta è stata determinata in corrispondenza di un certo numero di sollecitazioni note. Funzionano da un valore minimo (**soglia**) ad un valore massimo (**portata**).



Prontezza: indica quanto rapidamente uno strumento risponde alla variazione di una grandezza.



Sensibilità: è la più piccola variazione della grandezza apprezzabile dallo strumento. L'**incertezza di sensibilità** rappresenta l'intervallo entro il quale lo strumento restituisce la stessa risposta.



Precisione: fornisce la capacità di uno strumento di indicare lo stesso valore in uscita quando sollecitato dallo stesso valore in entrata. È legata all'accordo tra misure indipendenti ottenute con un procedimento in condizioni definite.



Accuratezza: indica l'accordo tra risultato (o misura della grandezza) e valore vero.

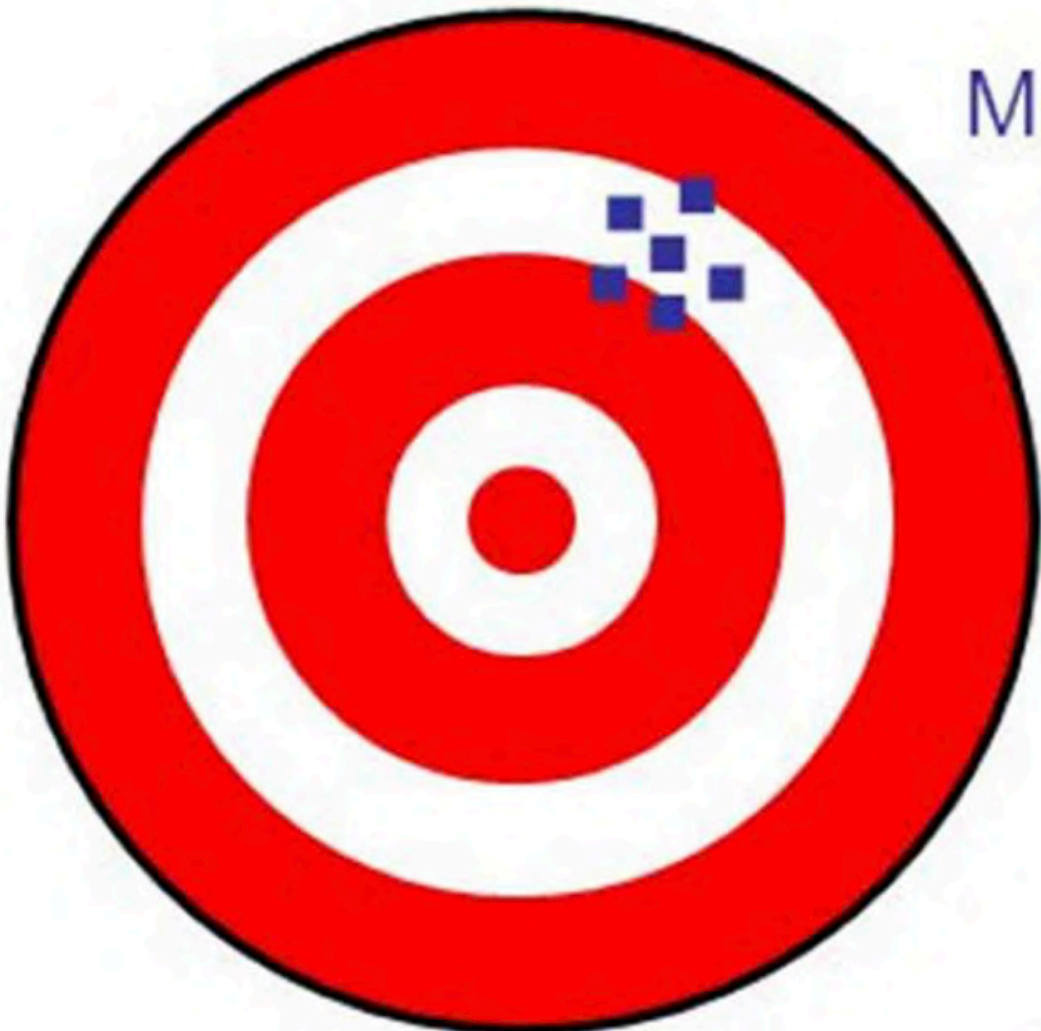


Ripetibilità: indica l'accordo tra risultati ottenuti sullo stesso campione (con la stessa procedura, nello stesso laboratorio, in un ristretto intervallo di tempo) dallo *stesso operatore*.

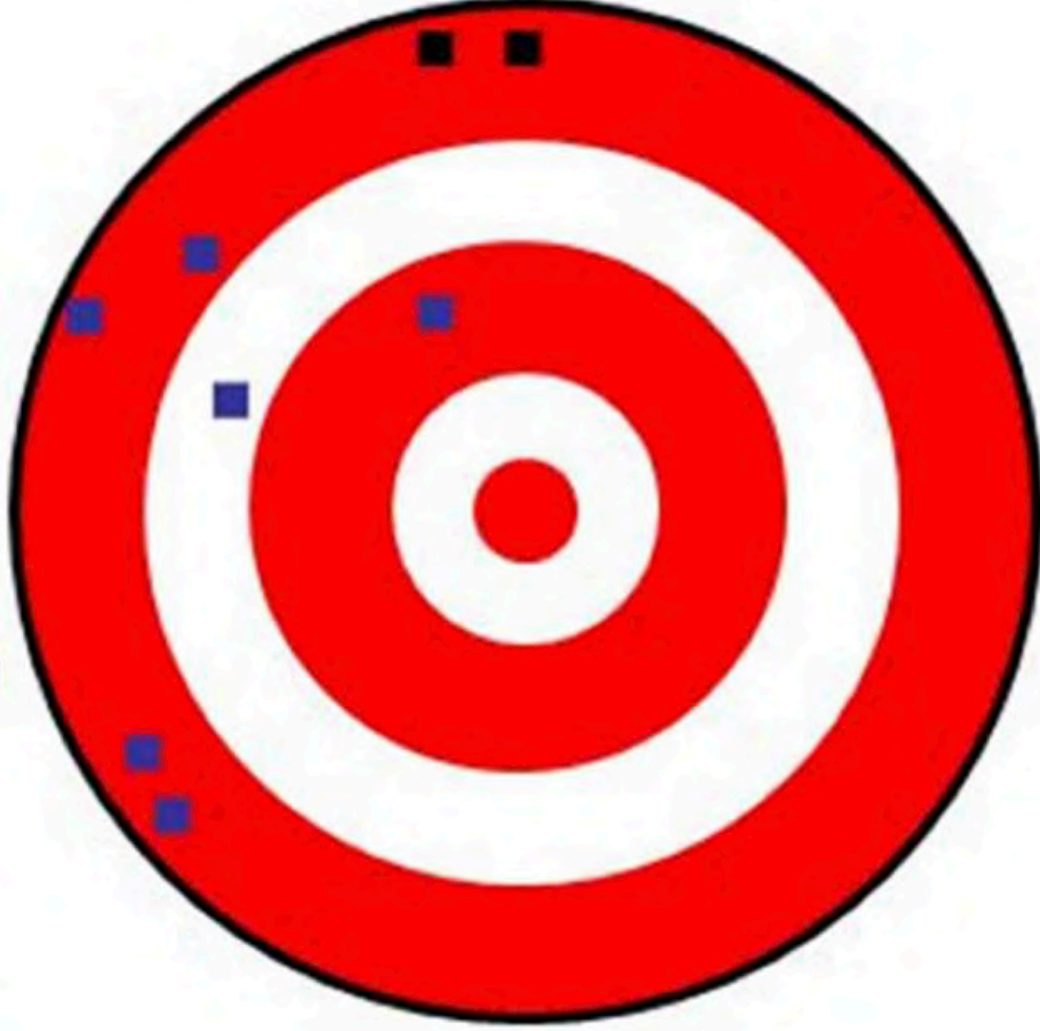


Riproducibilità: indica l'accordo tra risultati sullo stesso campione da *diversi operatori* o con *strumenti diversi*.

Precisione VS accuratezza

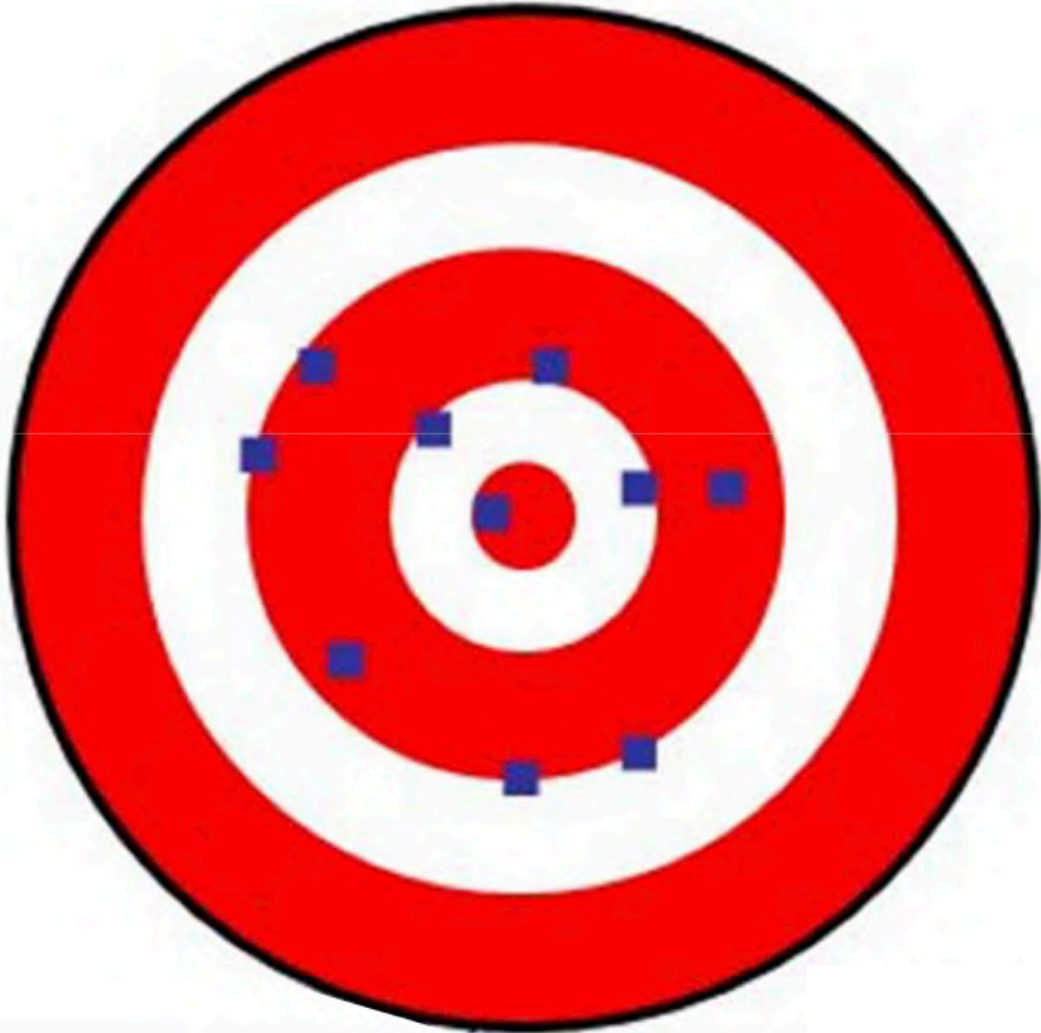


Misura precisa ma poco accurata

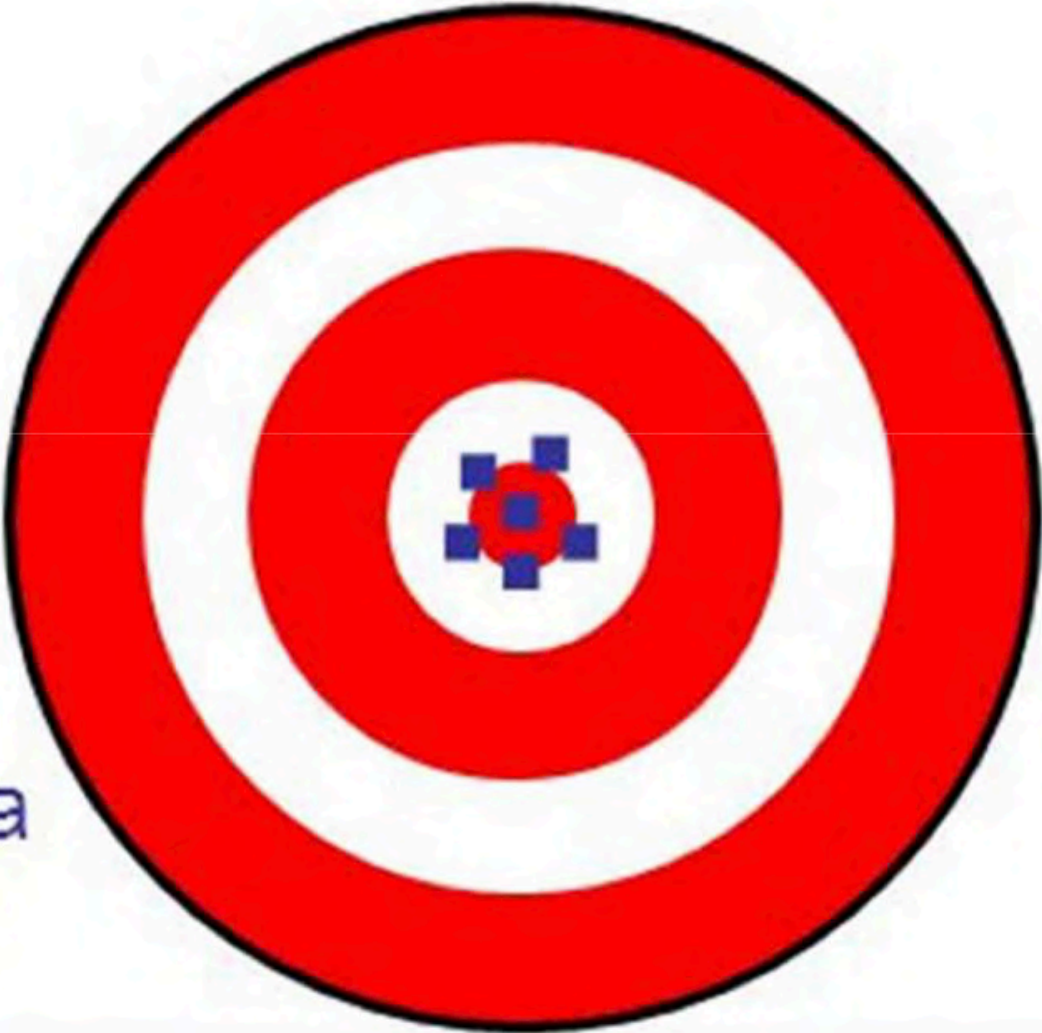


Misura poco precisa e poco accurata

Centro del bersaglio: valore vero



Misura poco precisa ma accurata



Misura precisa ed accurata



Tipi di errore

Nella realtà quotidiana gli errori sono spesso trascurati, ma nelle scienze non è possibile ignorarli.

Tipi di errore di misura:

- errore sistematico
 - incertezza di lettura
 - incertezza casuale
-
- **Errore sistematico:** è presente quando uno o più **fattori incontrollati** agiscono su tutte le misure determinando una sottostima o una sovrastima sistematica dei risultati. Esempio: strumento tarato male.
 - **Incertezza di lettura:** deriva dalla **risoluzione limitata della scala** graduata **sullo strumento**. Connessa all'ordine del sottomultiplo più piccolo dell'unità di misura disponibile.
 - **Incertezza casuale:** si ha perché **misure della medesima grandezza ripetute** da uno o più osservatori indipendenti possono dare risultati leggermente diversi. L'intervallo dei valori della grandezza misurata rappresenta sempre un intervallo di incertezza, dai limiti non netti. La determinazione dell'incertezza casuale richiede una **trattazione statistica**.