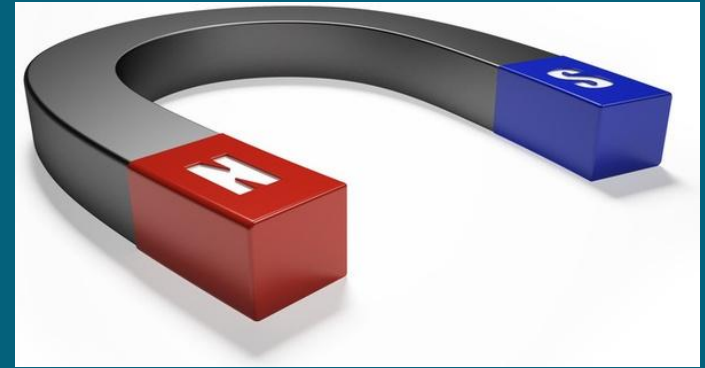


SMARTPHONE E TABLET PER L'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE



Isabella Soletta
Liceo Scientifico Fermi Alghero

Napoli, Città della Scienza
11-12 settembre 2015



UN MAGNETOMETRO?

cosa ci fa un magnetometro dentro uno smartphone?

PERCHÉ UN MAGNETOMETRO NELLO SMARTPHONE?

- Il magnetometro è un sensore che permette di avere una bussola nel telefonino, le applicazioni più interessanti di questo sensore sono sicuramente la rotazione nelle mappe/navigatori satellitari in tempo reale del cursore che rappresenta la posizione.

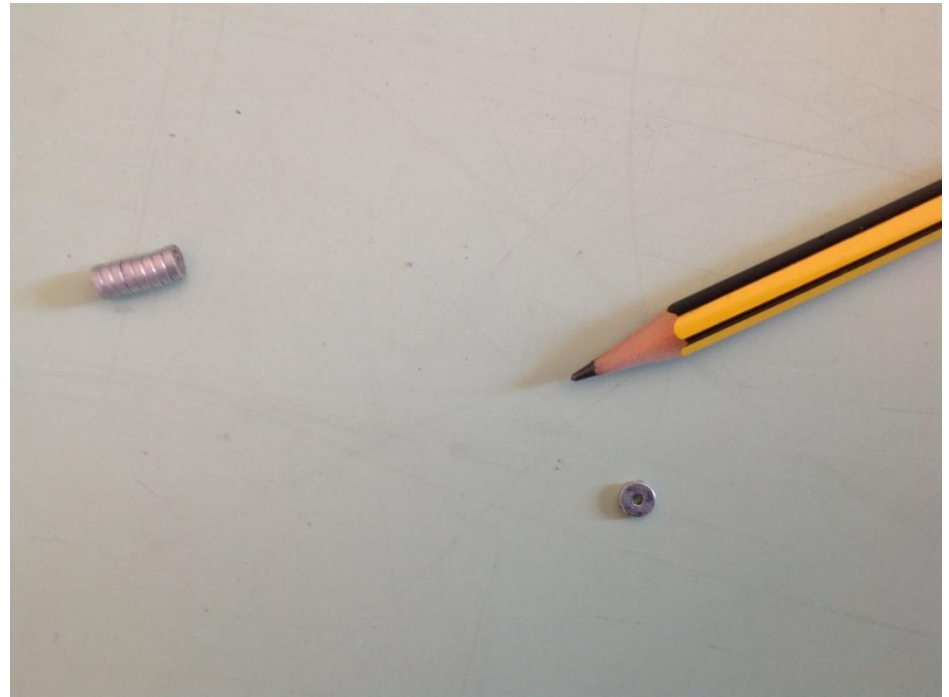
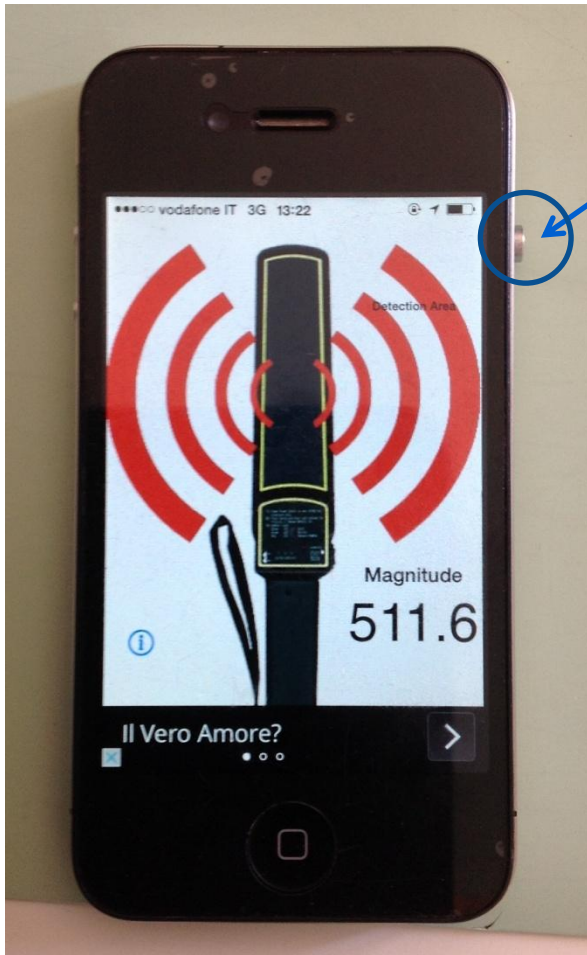
<http://www.oldwildweb.com/magnetometro-negli-smatphone.html>

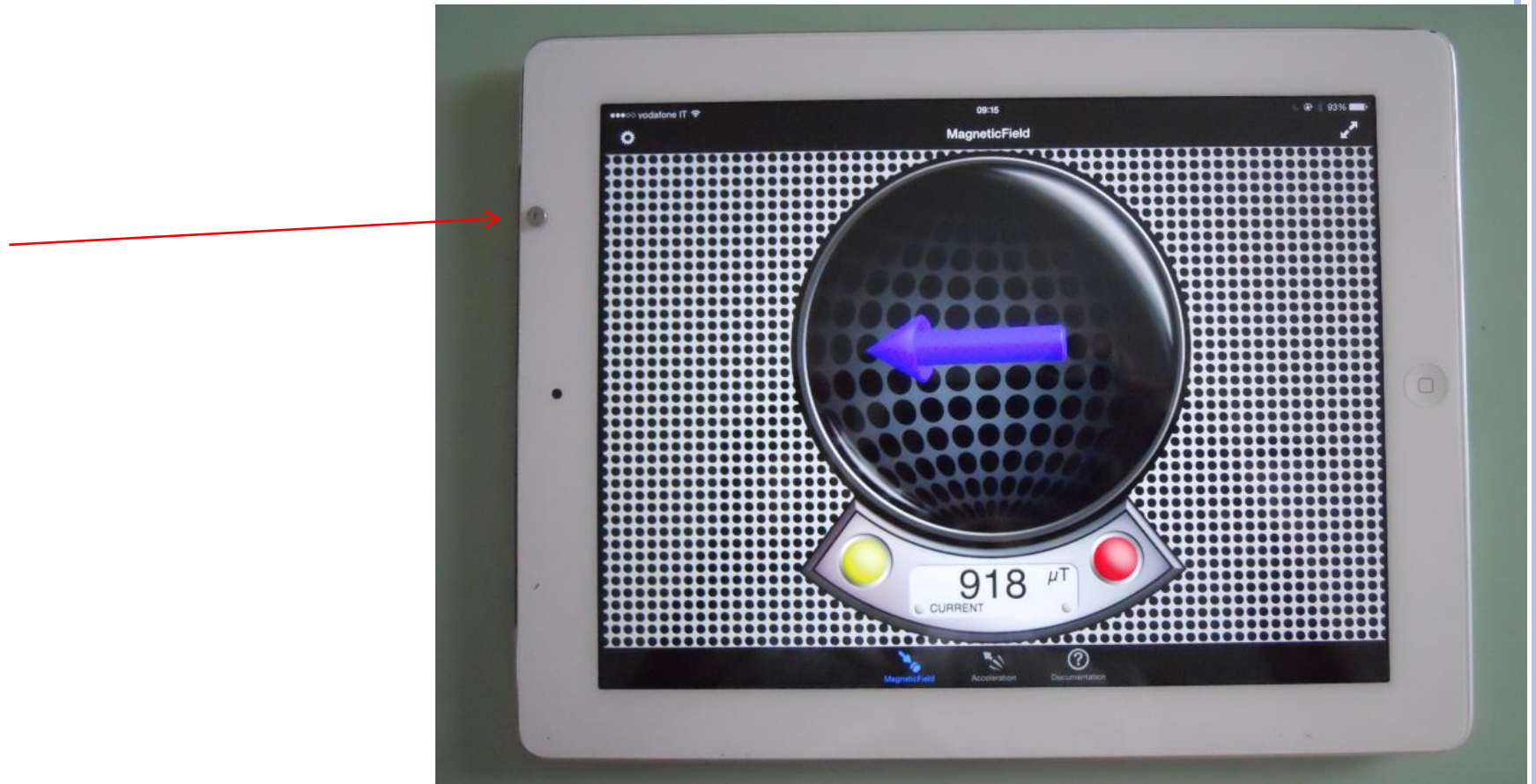


- permette il funzionamento di applicazioni, quali la bussola o metal detector



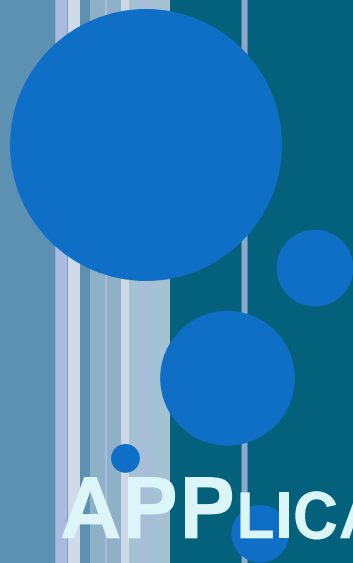
DOVE SI TROVA?





DOVE SI TROVA?



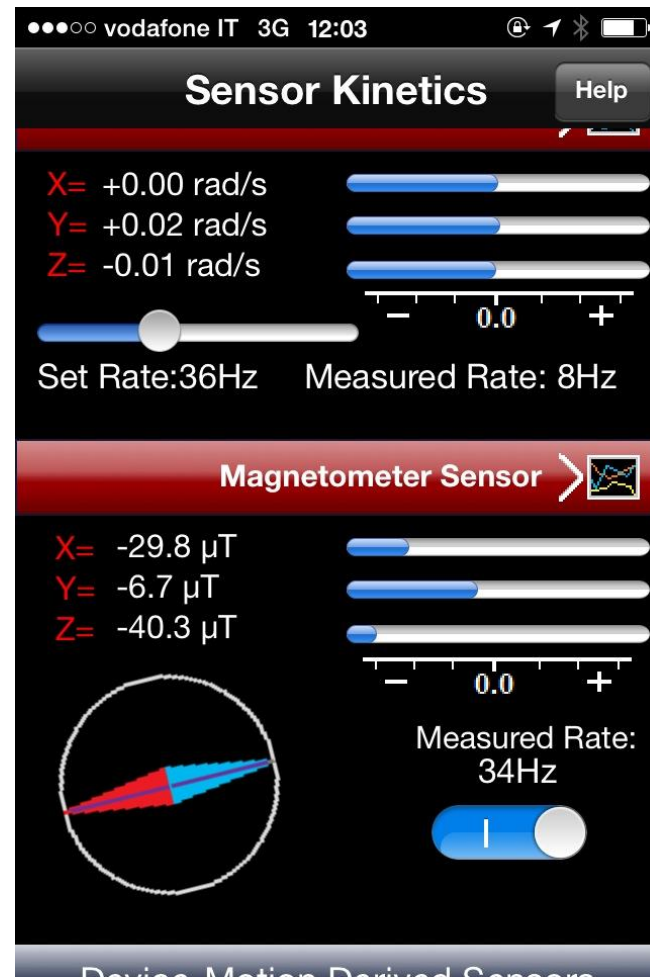


APPLICAZIONI



SENSOR KINETICS

- Nella versione gratuita per Iphone permette di visualizzare separatamente le tre componenti e di produrre dei grafici
- Nella versione a pagamento PRO (0,99 euro) consente inoltre di ottenere e condividere i dati in formato cvs
- Nella versione per Android consente acquisizioni simultanee
- Non disponibile per Ipad



Sensor Kinetics

INNOVENTIONS, Inc. Strumenti

PEGI 3



**Sensor
Kinetics**

vodafone IT 3G 18:50

About Magnetometer

The magnetometer sensor in your device utilizes modern MEMS technology to create a miniature Hall-effect sensor that detects the Earth's magnetic field along three perpendicular axes X, Y and Z. In addition to general rotational information, the magnetometer is crucial for detecting the orientation of your device relative to the Earth's magnetic north.

vodafone IT 3G 18:51

About Magnetometer

The main sensor screen window for the magnetometer includes a simplified compass. The magnetometer readings are reported in micro Tesla units (μT). When experimenting with this sensor, you can see the effect of device rotation relative to the magnetic north, or you can move a magnet near your device.

vodafone IT 3G 19:19

Sensor Kinetics

Set Rate: 36Hz Measured Rate: 9Hz

Magnetometer Sensor

X= -36.1 μT
Y= -27.9 μT
Z= -29.7 μT

Measured Rate:
31Hz

vodafone IT 3G 18:51

About Magnetometer

CHART VIEWER EXPERIMENTS

Run the Chart Viewer by tapping the title of the magnetometer sensor. Start the chart and tilt the device in different directions. Move the device towards an electrical appliance that generates magnetic fields and watch the plots as you get near.

Note: You may need to make an "eight" shaped rotation if the measurements seem to be stuck (a process called magnetometer calibration).

Help Settings About INNOVENTIONS





Physics Toolbox Sensor Suite

Vieyra Software Strumenti

★★★★★ 262

PEGI 3

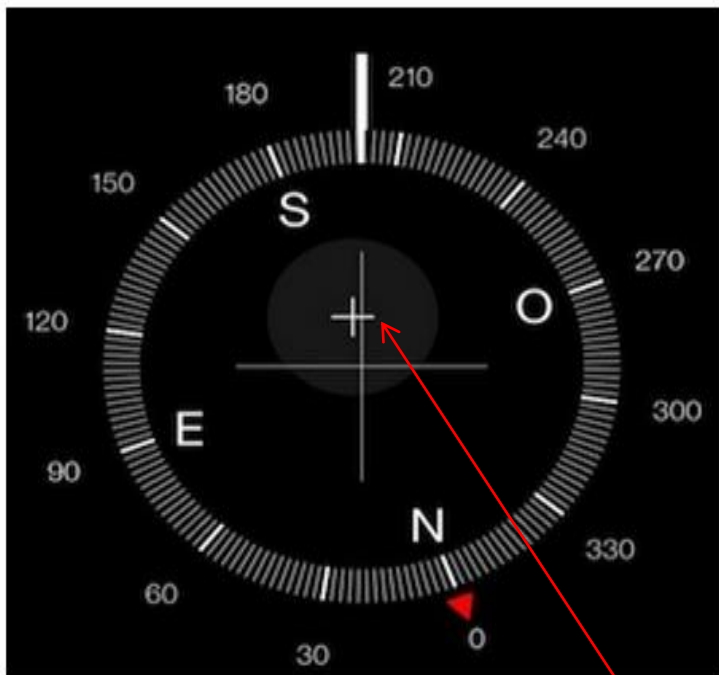
 Aggiungi alla lista desideri

Installa

Per Android dalla versione 4.1

Non ancora disponibile completamente per IOS





BUSSOLA



NON AFFIDABILE

Funziona sfruttando i magnetometri oppure il GPS

Funziona anche come livella.

La crocetta consente di posizionare correttamente il dispositivo perché una bussola funzioni correttamente è necessario tenerla su una superficie piana

Può indicare

- il nord magnetico (sfruttando i magnetometri)
- il nord geografico (sfruttando il sistema GPS)



MULTI MEASURES HD

- Multi Measures HD
SkyPaw Co. Ltd
- Per Iphone ed Ipad
 - Fonometro, metronomo, timer, cronometro, sismografo, filo a piombo, **2 livelle**, righello, goniometro, **bussola**, **magnetometro**
 - Il magnetometro consente di registrare ed inviare dati per email
 - Mostra il valore del campo magnetico totale e delle tre componenti
 - Toccando lo schermo si possono registrare e ottenere i dati in formato cvs



\$0.99
Buy Now

App Detail » Multi Measures HD - The all-in-1 measuring toolkit

Published by: SkyPaw Co. Ltd

iPad App - Designed for iPad

Price: \$0.99

Current Version: 4.0.1

Released: June 05, 2010

Share This:



View in iTunes

+ This app is designed for both iPhone and iPad

Free



Comoda anche per la bussola e il clinometro

TESLAMETER



App Detail » Teslameter 11th

Published by: SkyPaw Co. Ltd

+ Universal App - Designed for iPhone and iPad

Price: FREE!

Current Version: 4.0.3

Released: November 05, 2011

FREE!

Buy Now

Share This:

What's New

- Remove fullscreen ad on startup.
- Some other minor improvements and bug fixes.

App Description

Teslameter 11th takes advantage of the built in magnetometer in your iPhone/iPad, allows you to monitor the strength of magnetic field all around. There are a range of real-life applications for this useful item, such as: metal detector, AC magnetic fields, or finding low-magnetic places for sleeping (especially for babies) and of course, why not fun as well?

Stesse funzioni della precedente, però è gratuita e occupa meno spazio



MAGNETOMETER 3D



Per IOS - Solo magnetometro 1,99 euro – pacchetto 2,99 euro
Esiste anche la versione per Android da 2.2 in poi

Visualizza il campo magnetico, permette di sottrarre il campo magnetico in un punto (terrestre + altri effetti) , non registra i dati



METAL DETECTOR

Metal Detector FREE

By Patrick Giudicelli

Open iTunes to buy and download apps.



[View in iTunes](#)

Description

MetalDetector is a app for iPhone and iPad
it use the magnetometer to mesure the magnetic field
when the iphone is placed near a ferromagnetic metal like iron or steel.

[Patrick Giudicelli Web Site](#) ▶ [Metal Detector FREE Support](#) ▶

What's New in Version 1.2.0

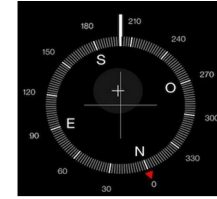
A graphical bug has been fixed.



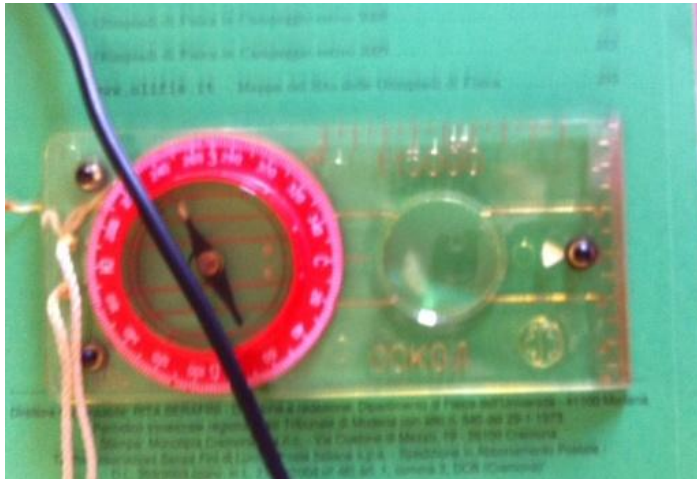


QUALCHE ESEMPIO

ESPERIMENTO DI OERSTED



NON farlo
dovrebbe essere vietato!



Si può fare con una
semplicissima bussola

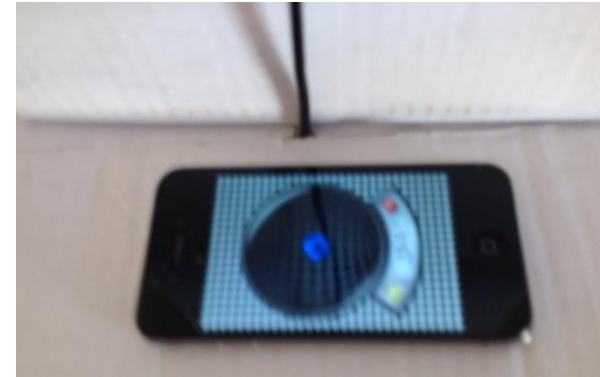
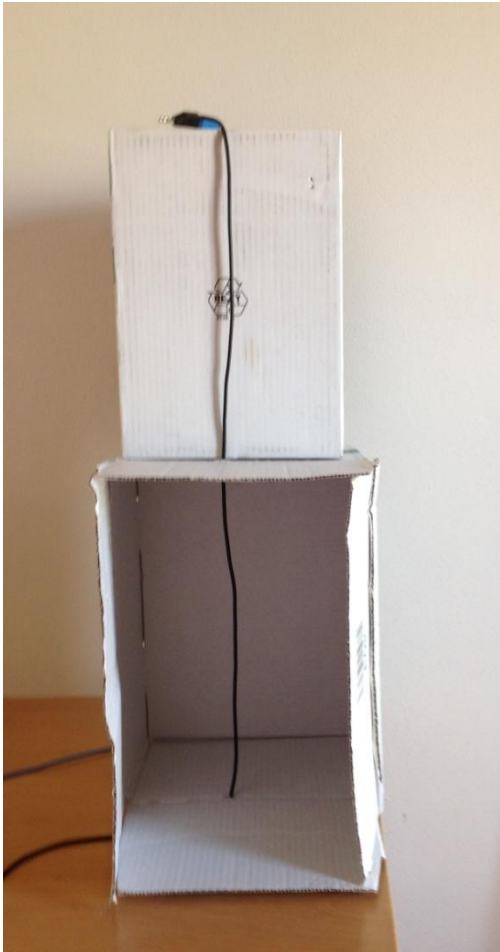


osservare la differenza tra
usare i magnetometri e il
GPS

Con varianti suggerite in Arons
Guida all'insegnamento della fisica, 1992 Zanichelli

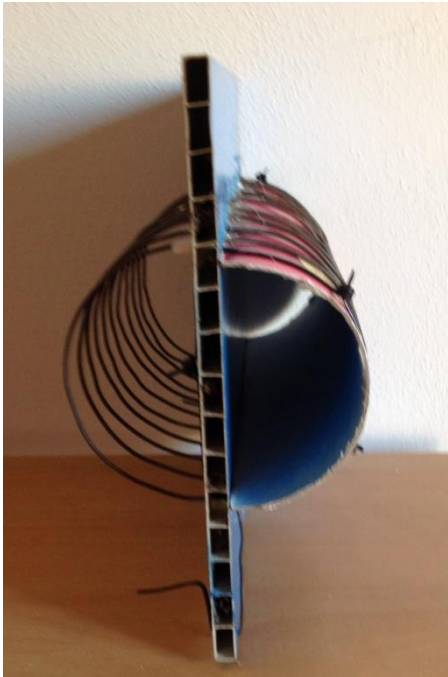


FILO PERCORSO DA CORRENTE



- Occorre prestare attenzione alla posizione del sensore.
- Azzerando gli altri campi magnetici è facile osservare la direzione e il verso del campo B generato dal filo.
- Disegnando delle circonferenze si può provare a verificare la legge di Biot e Savart

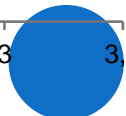
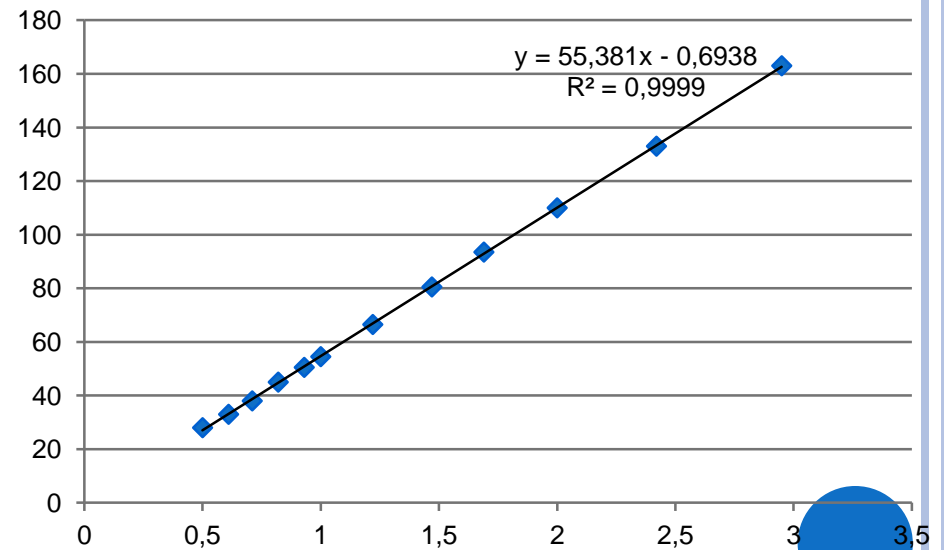
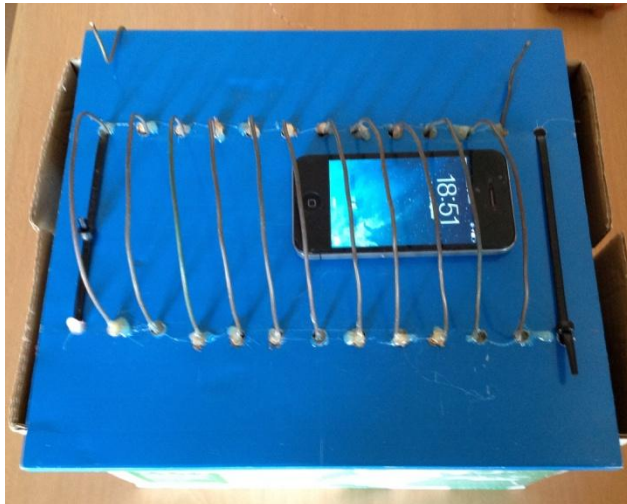
CAMPO MAGNETICO DENTRO UN SOLENOIDE

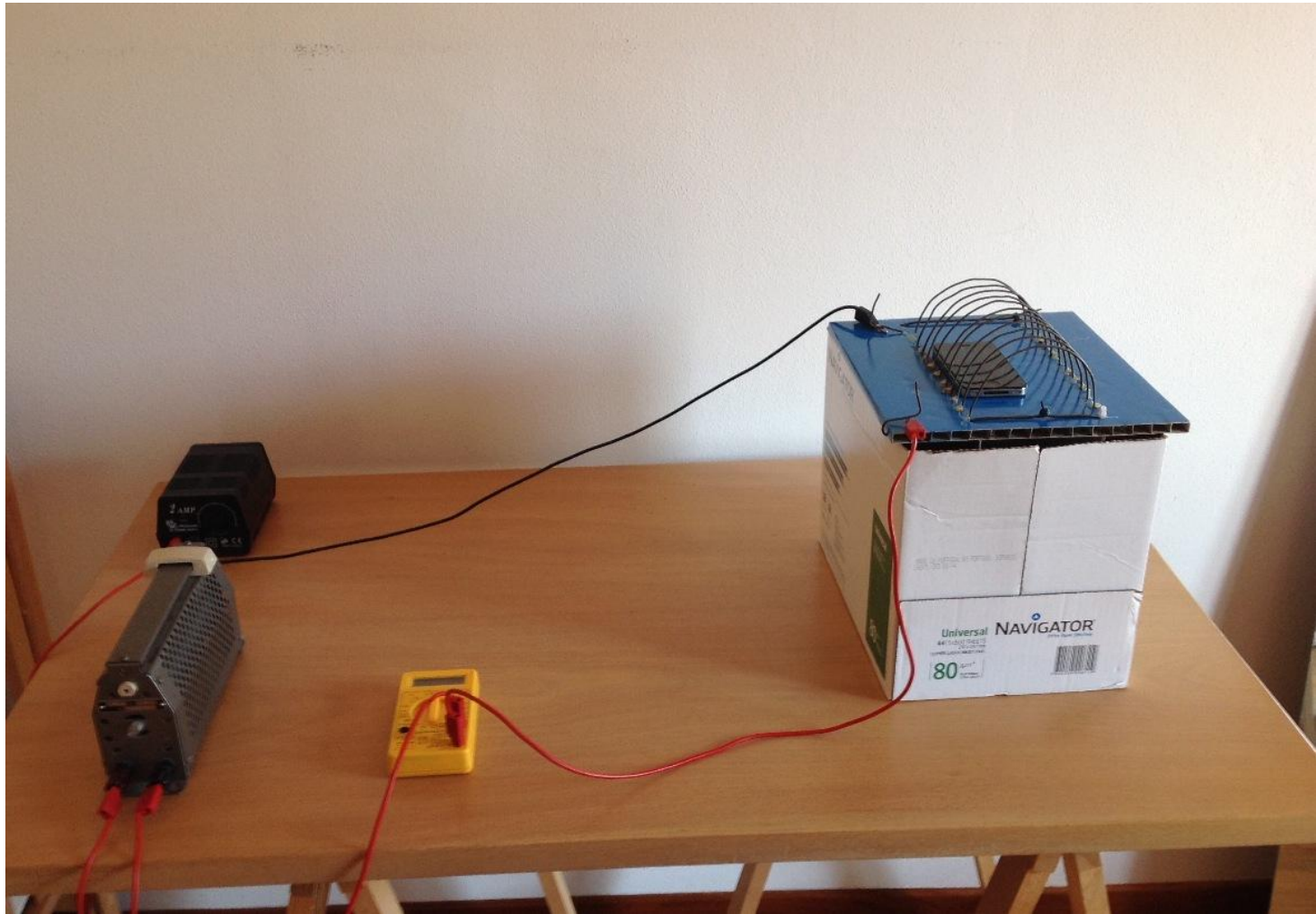


$$B_{int} = \mu n I = \mu \frac{NI}{\ell}$$

μ_0 , che vale $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$. 1,26E-06

delta 1,11E-06
 delta % 12%
 1,50E-07







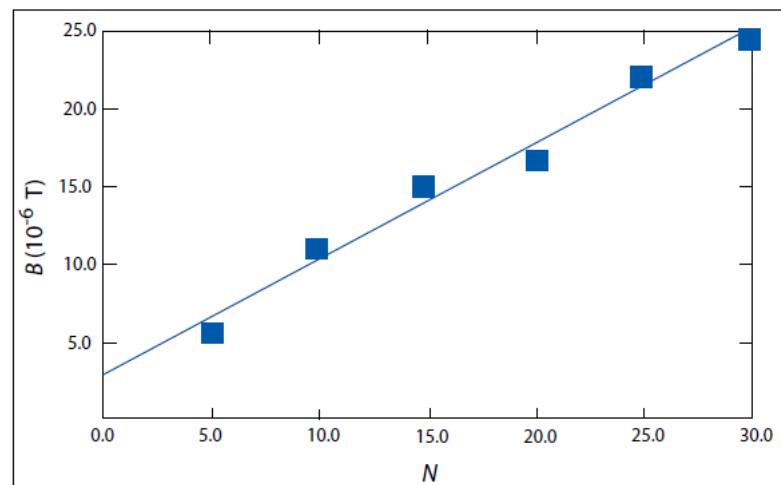
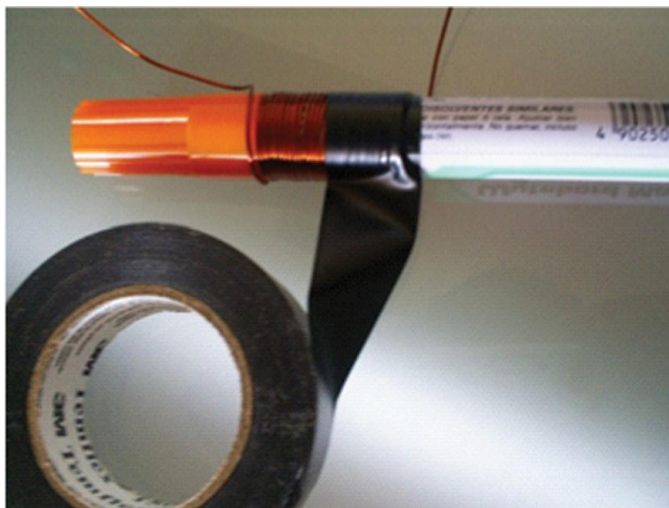
CAMPO MAGNETICO ESTERNO



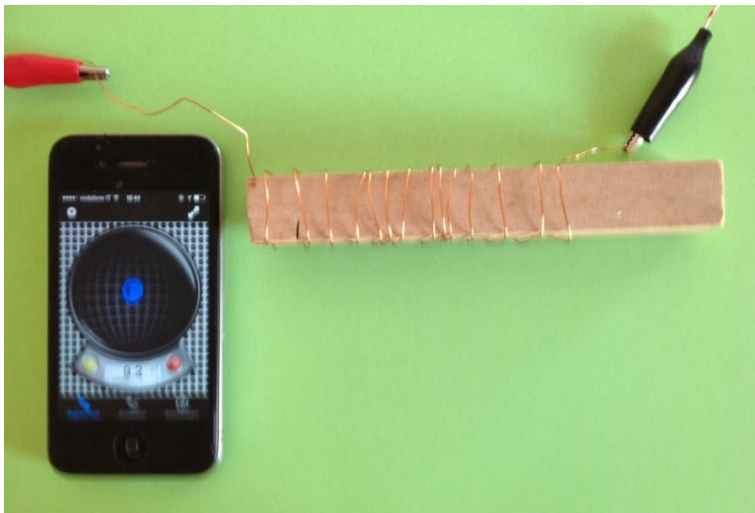
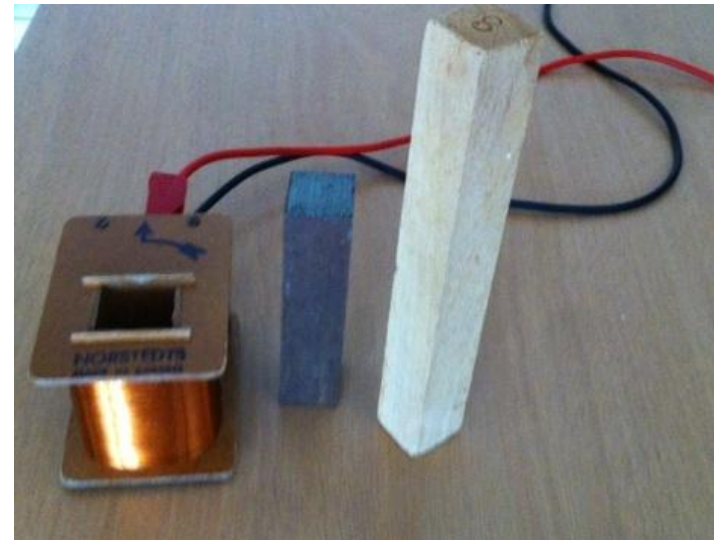
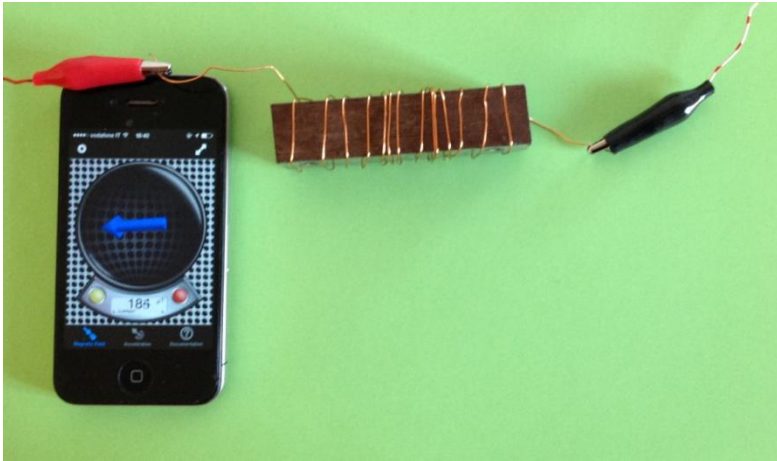
Magnetic field sensor

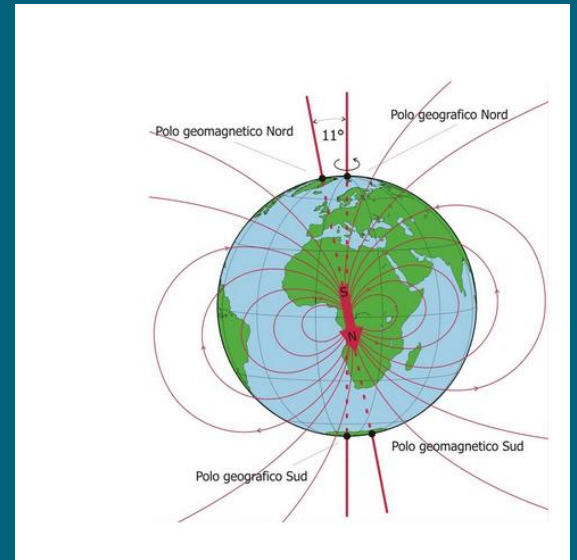
Nicolas Silva

Phys. Teach. 50, 372 (2012)

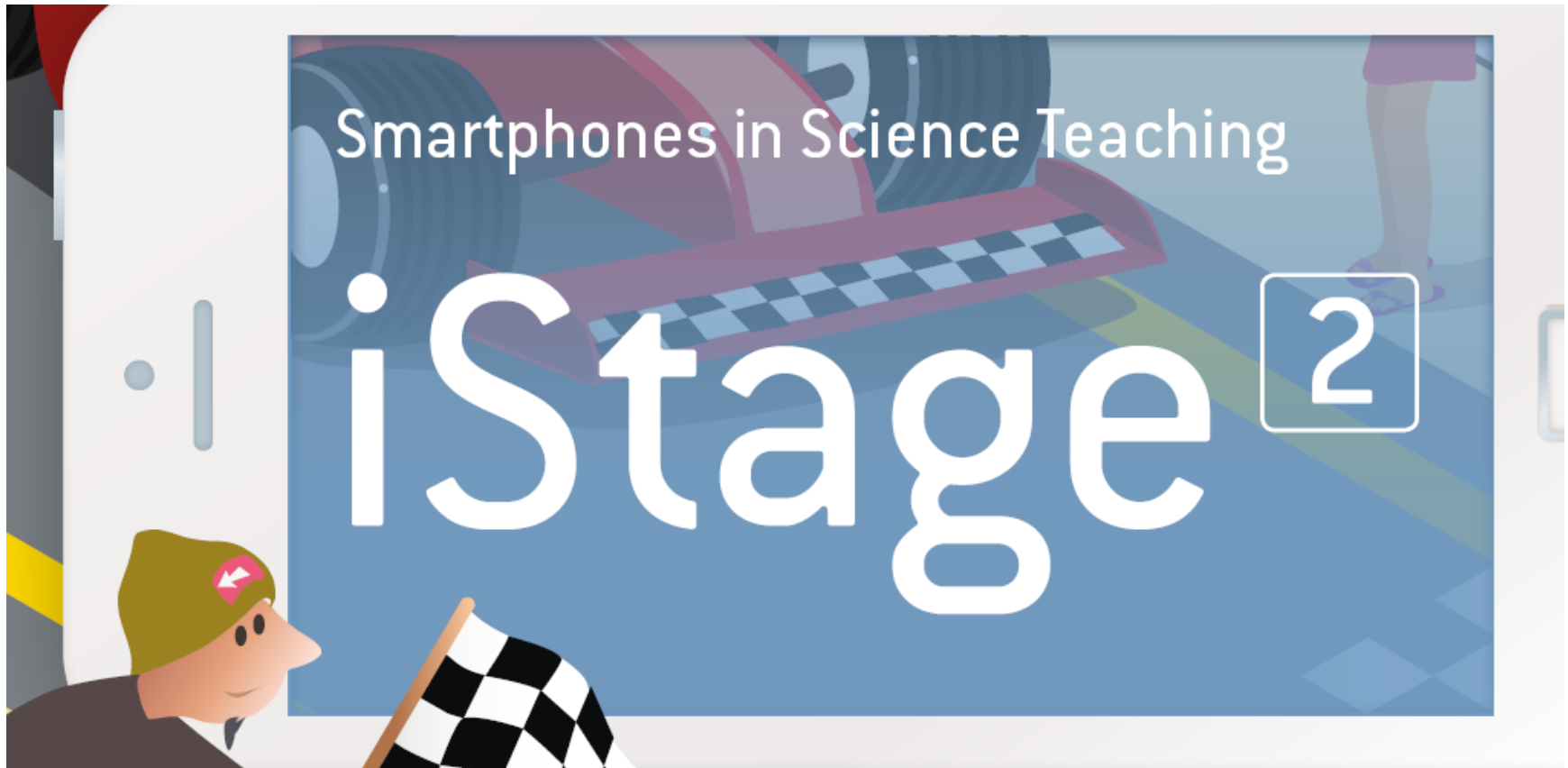


MATERIALI FERROMAGNETICI E NON





CAMPO MAGNETICO TERRESTRE



[HTTP://WWW.SCIENCE-ON-STAGE.DE/PAGE/DISPLAY/EN/7/7/0/](http://www.science-on-stage.de/page/display/en/7/7/0/)
UNTERRICHTSMATERIALIEN





ESPLORAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

- Si misura la componente orizzontale con le bobine di Helmholtz;
- Si misura direttamente con una APP

Nelle conclusioni si dice che i valori sono confrontabili



COME TROVARE IL VALORE DI RIFERIMENTO

- Cercare i valori tabulati
 - <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/>
- Inserire latitudine e longitudine
 - <http://www.coordinate-gps.it/>
 - Esempio: alghero, casa
 - Via Fratelli Kennedy, 117, 07041 Alghero SS, Italia
 - Latitudine: 40.551582 N| Longitudine: 8.32184 E



Calculate Magnetic Field

Latitude: S N

Longitude: W E

Lookup Latitude / Longitude

Either enter a zip code, select a country/city, or [search for an address at USGS Earth Explorer](#).

Magnetic Field

Model Used: WMM2015

Latitude: 40.551582° N

Longitude: 8.32184° E

Elevation: 0.0 km Mean Sea Level

Date	Declination (+ E - W)	Inclination (+ D - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N - S)	East Comp (+ E - W)	Vertical Comp (+ D - U)	Total Field
2015-08-02	1.9488°	56.2156°	25,359.8 nT	25,345.1 nT	862.4 nT	37,904.3 nT	45,605.4 nT
Change/year	0.1052°/yr	-0.0082°/yr	20.8 nT/yr	19.2 nT/yr	47.3 nT/yr	19.3 nT/yr	27.6 nT/yr
Uncertainty	0.32°	0.22°	133 nT	138 nT	89 nT	165 nT	152 nT

Result format: HTML XML CSV

Calculate



Calculate Magnetic Field

Latitude: S N
Longitude: W E

Lookup Latitude / Longitude

Either enter a zip code, select a country/city, or [search for an address at USGS Earth Explorer](#).

Magnetic Field

Model Used:	WMM2015						
Latitude:	40.551582° N						
Longitude:	8.32184° E						
Elevation:	0.0 km Mean Sea Level						
Date	Declination (+ E - W)	Inclination (+ D - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N - S)	East Comp (+ E - W)	Vertical Comp (+ D - U)	Total Field
2015-08-02	1.9488°	56.2156°	25,359.8 nT	25,345.1 nT	862.4 nT	37,904.3 nT	45,605.4 nT
Change/year	0.1052°/yr	-0.0082°/yr	20.8 nT/yr	19.2 nT/yr	47.3 nT/yr	19.3 nT/yr	27.6 nT/yr
Uncertainty	0.32°	0.22°	133 nT	138 nT	89 nT	165 nT	152 nT

Result format: HTML XML CSV

Calculate

Un'occasione per riflettere su cosa significa

- grandezza vettoriale
- componenti di un vettore
- declinazione magnetica
- inclinazione magnetica



<http://www.coordinate-gps.it/>

Indirizzo

Trova Coordinate GPS

GD (gradi decimali)*

Latitudine

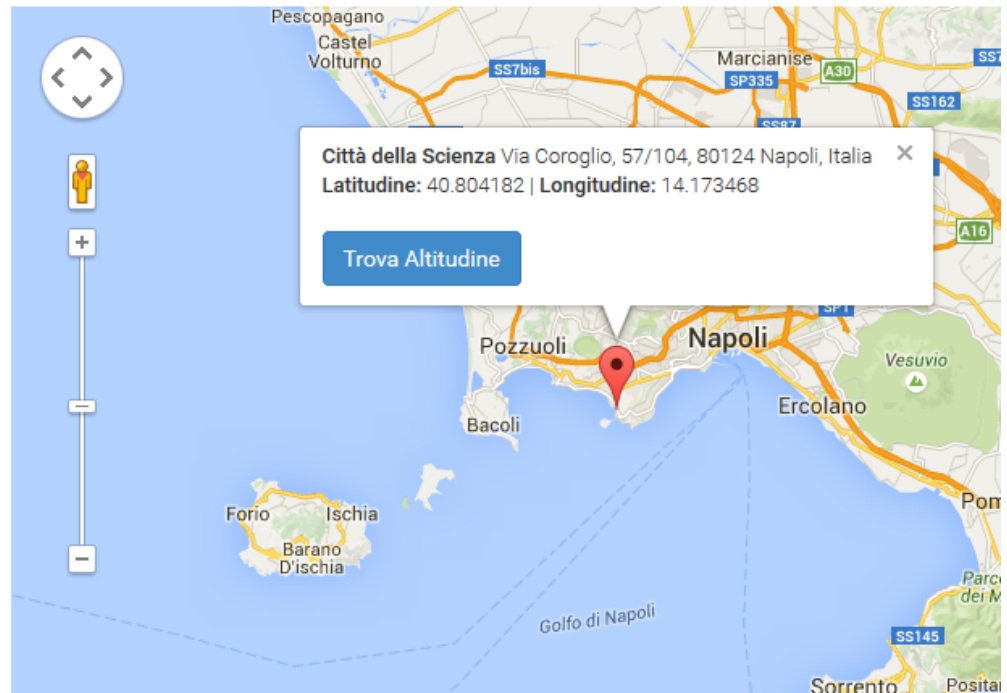
Longitudine

Trova Indirizzo

GMS (gradi, minuti, secondi)*

Latitudine N S ° ' "

Longitudine E O ° ' "



Qui a Napoli, città della Scienza



Magnetic Field ✕

Model Used: WMM2015

Latitude: 40.804182° N i

Longitude: 14.17346799999957° E

Elevation: 0.0 km Mean Sea Level

Date	Declination (+ E - W)	Inclination (+ D - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N - S)	East Comp (+ E - W)	Vertical Comp (+ D - U)	Total Field
2015-09-01	3.0473°	57.0065°	25,127.1 nT	25,091.6 nT	1,335.8 nT	38,702.0 nT	46,143.5 nT
Change/year	0.1028°/yr	-0.0017°/yr	17.4 nT/yr	15.0 nT/yr	45.9 nT/yr	24.3 nT/yr	29.9 nT/yr
Uncertainty	0.32°	0.22°	133 nT	138 nT	89 nT	165 nT	152 nT

Start Date: Year Month Day

End Date: Year Month Day

Step size:

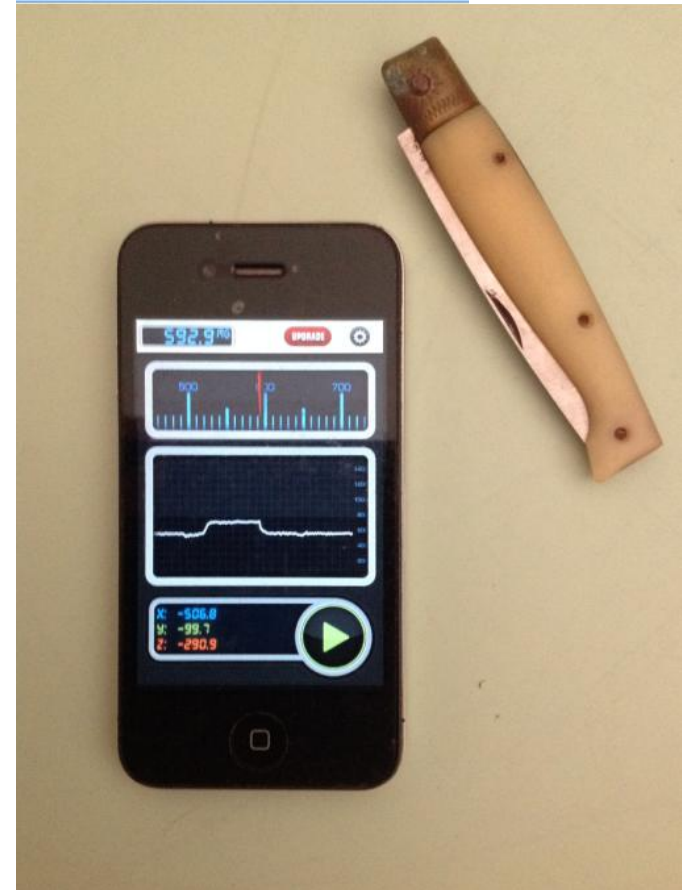
<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/>





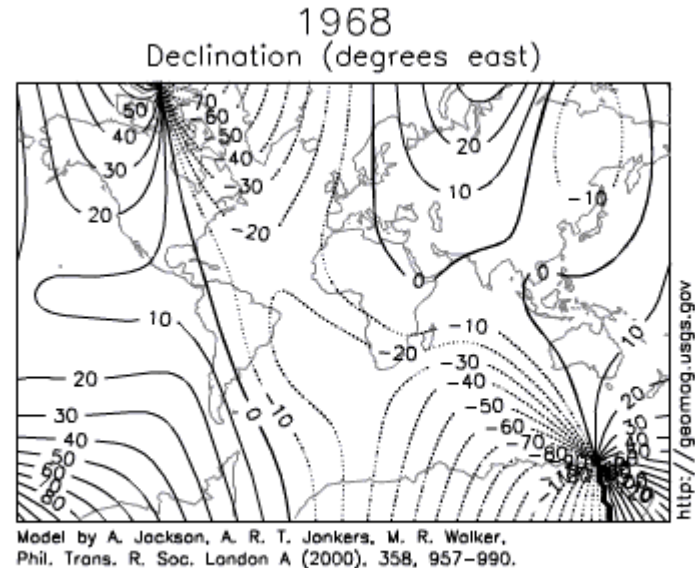
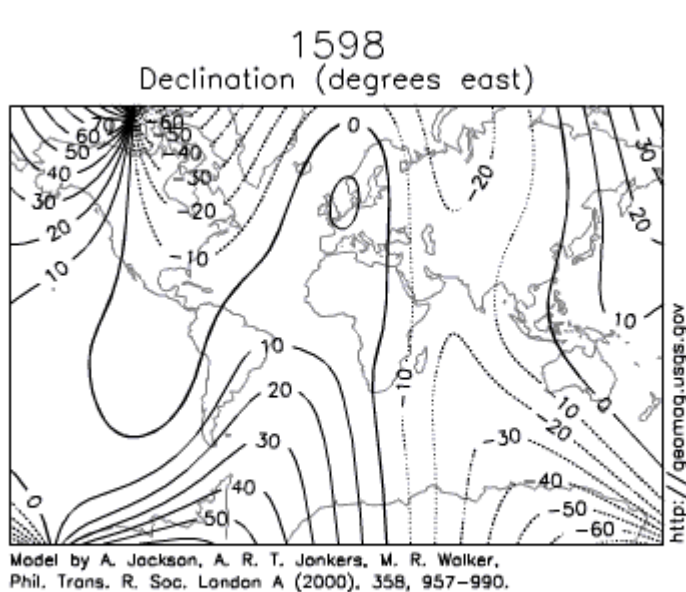
ALCUNE SORPRESE!

- E' molto facile che si trovi un valore molto più alto di quello aspettato (45,6 microT ad Alghero)
 - Le nostre case infatti sono piene non solo di magneti ma anche di oggetti fatti di materiali ferromagnetici che incrementano l'intensità del campo magnetico terrestre
 - Su questa proprietà si basano i metal detector (ci sono molte applicazioni gratuite)
 - Anche i telefonini producono campi magnetici
 - Quindi nelle misure bisogna stare molto attenti!



Bisogna anche verificare la precisione dei magnetometri

DECLINAZIONE MAGNETICA

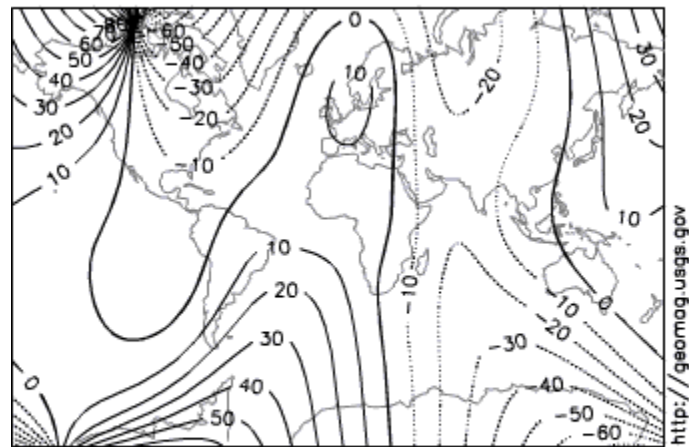


<http://geomag.usgs.gov/products/movies/index.php?type=declination&format=gif>

Già Cristoforo Colombo si accorse della declinazione magnetica, cioè del fatto che il Nord geografico e il Nord magnetico non solo non coincidono ma formano un angolo che varia alle diverse latitudini. La declinazione magnetica varia anche nel tempo, come mostrato nell'animazione del sito riportato



1590
Declination (degrees east)



Model by A. Jackson, A. R. T. Jonkers, M. R. Walker,
Phil. Trans. R. Soc. London A (2000), 358, 957-990.

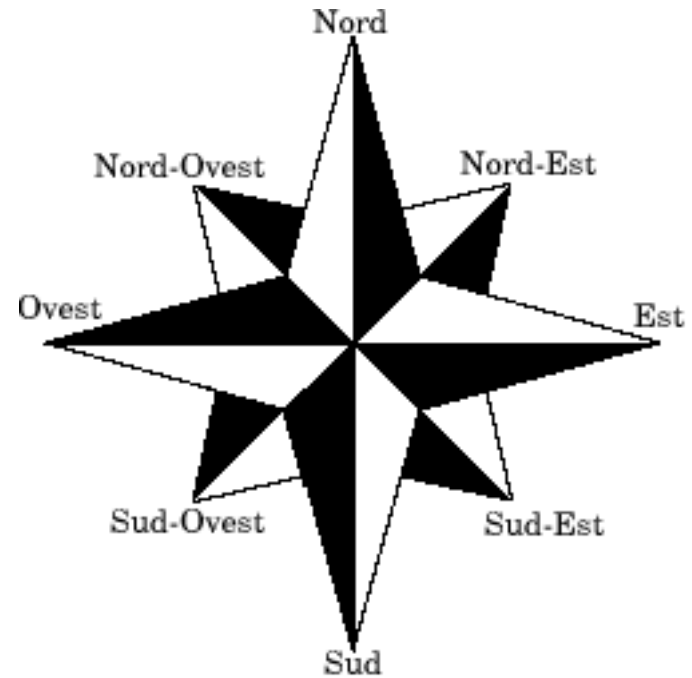


DECLINAZIONE MAGNETICA

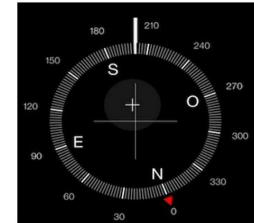
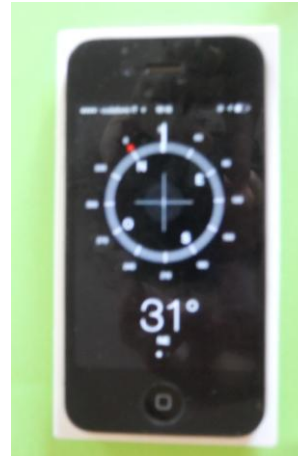
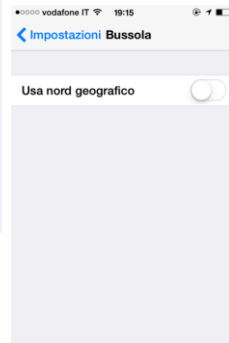
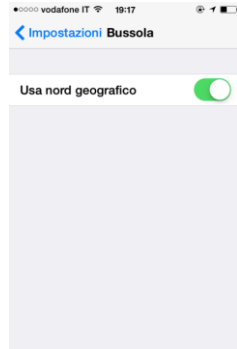
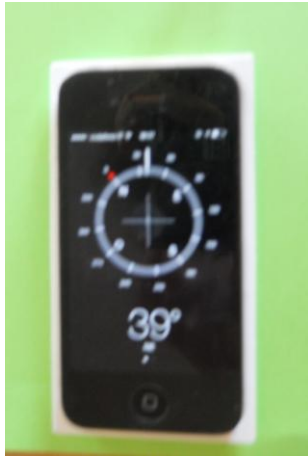
- Alla nostra latitudine dovrebbe essere 2° circa
- Ma in un ambiente non 'pulito' la differenza può essere molto più grande

Attenzione

- alla posizione
- alla calibrazione
- a NON avere vicino altre fonti di campo magnetico



DECLINAZIONE MAGNETICA CON BUSSOLA IPHONE

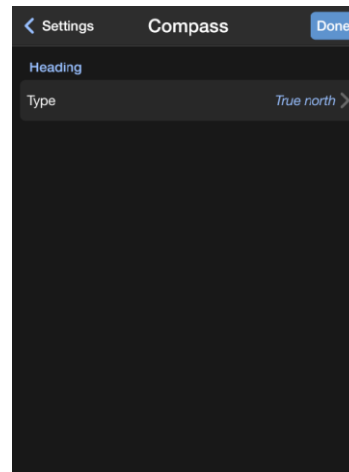


Con questo dispositivo (Iphone4) e questa applicazione (bussola standard) la misura non è possibile

- La misura non è ripetibile
- Anche con telefono fermo la differenza è maggiore di 2°
- Anche ricalibrando il dispositivo la situazione non migliora
- Anche usando l'opzione Nord geografico la misura non è ripetibile



DECLINAZIONE MAGNETICA CON BUSSOLA MULTIMEASURES HD



- Una misura rapida ed accettabile
- Probabilmente utilizza anche altri sensori oltre ai magnetometri.
- Con Nord Magnetico risente della presenza di campi magnetici esterni
- Con True north non risente della presenza di campi magnetici esterni





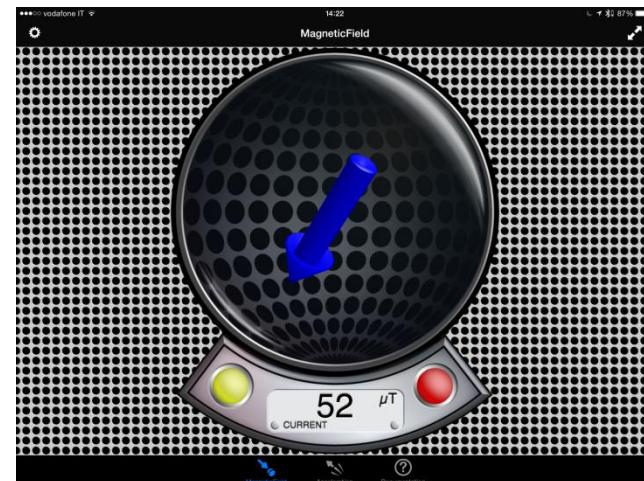
INCLINAZIONE MAGNETICA

- Siamo abituati a considerare gli spettri magnetici in due dimensioni



Anche le bussole per funzionare correttamente devono essere su un piano

Raramente consideriamo che c'è anche una componente verticale



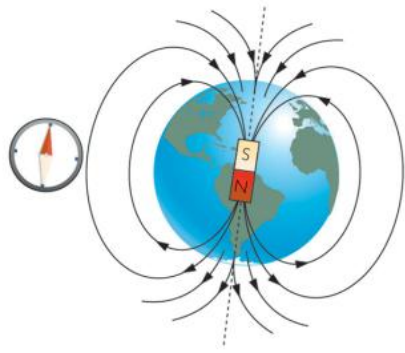
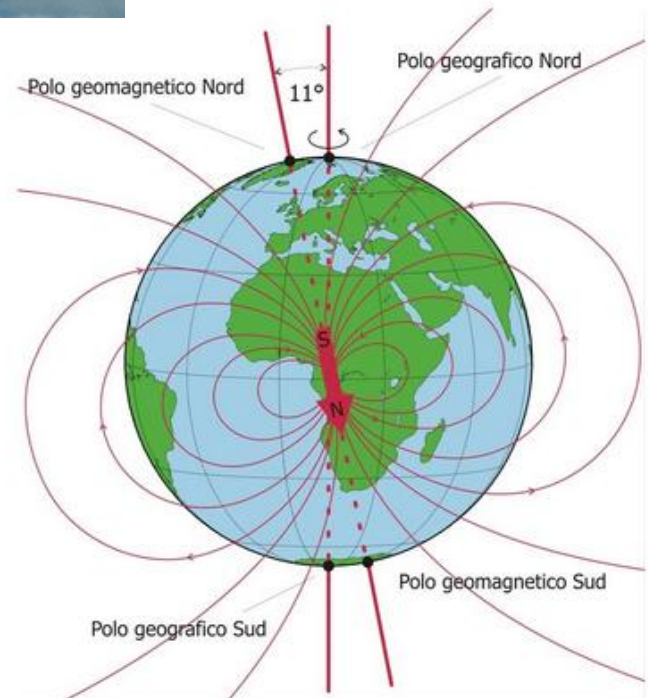
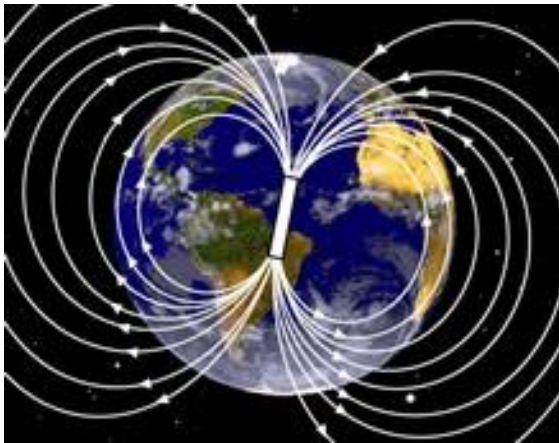


Immagine ingannevole

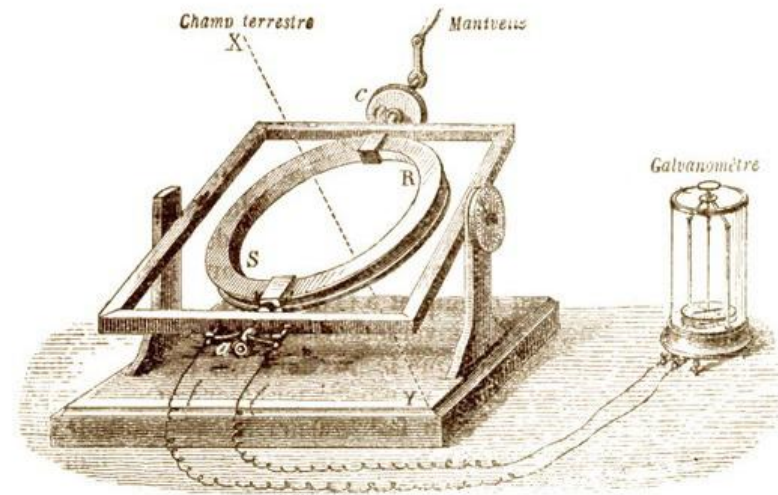
<https://lascienzainfusa.wordpress.com/tag/campo-magnetico/>



INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



INCLINAZIONE MAGNETICA



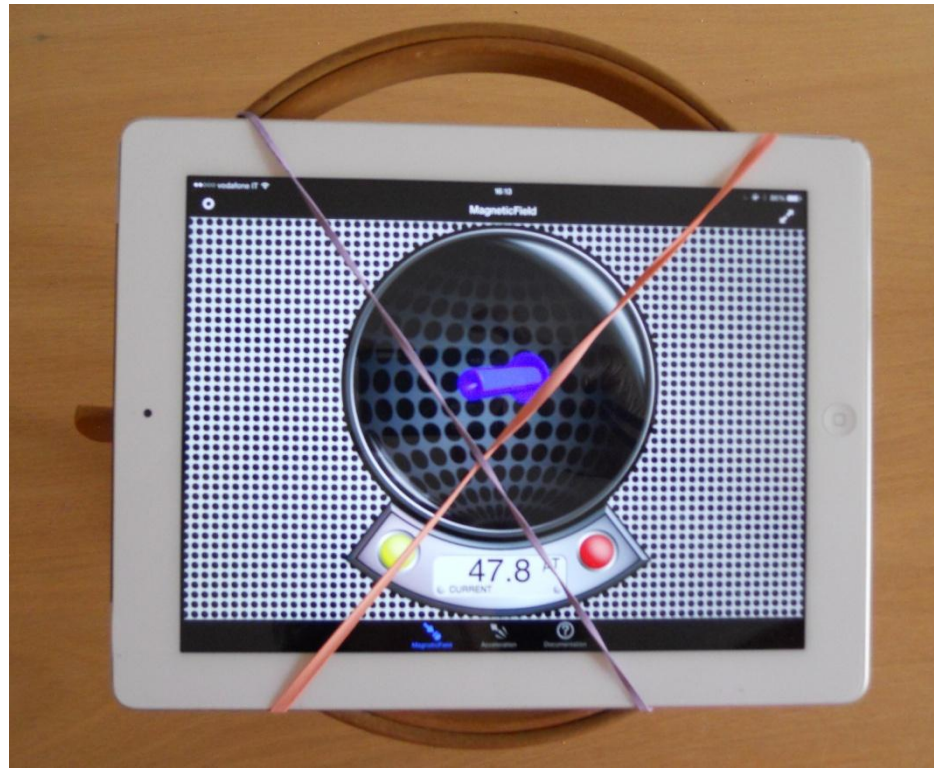
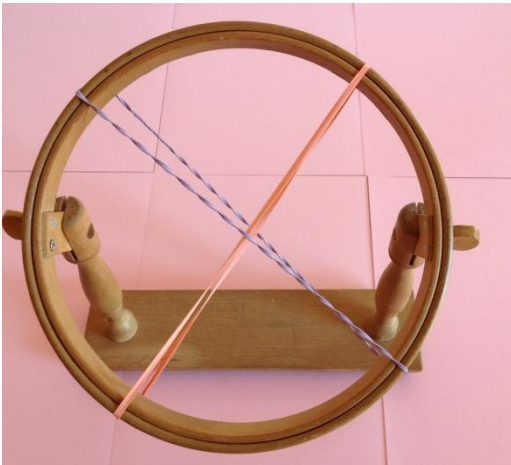
Schema del funzionamento del cerchio di Palmieri.

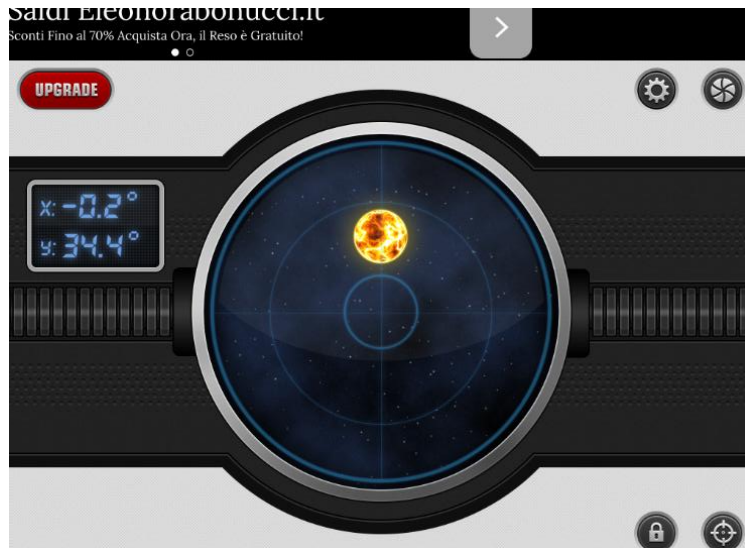
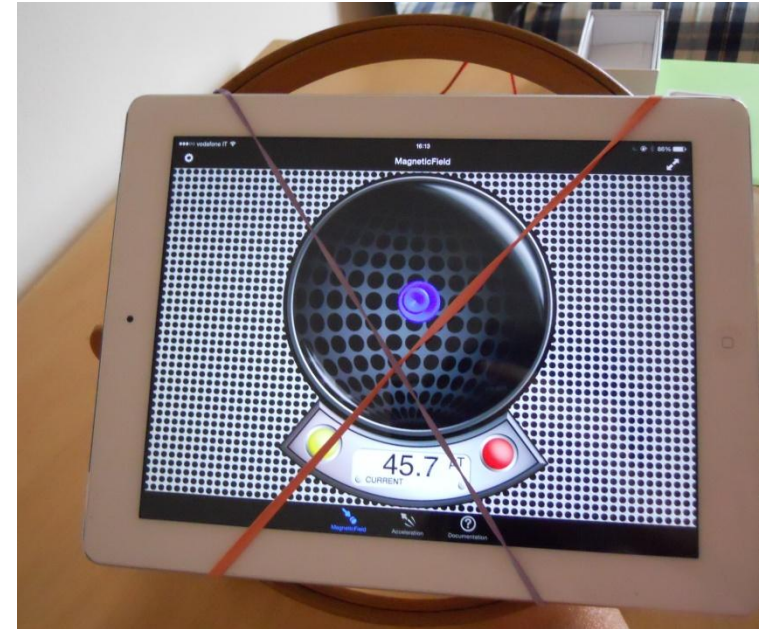
CERCHIO DI PALMIERI

È uno strumento che permette di misurare l'inclinazione del campo magnetico

<http://www.percorsielettrici.it/elettromagnetismo/esperienze/148-cerchio-di-palmieri>

UNA MISURA FATTA IN CASA





$$90^\circ - 34,4^\circ = 55,6^\circ$$

Contro $56,2^\circ$ tabulato

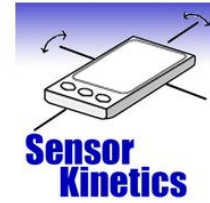




VETTORI E LORO COMPONENTI

Solo nel workshop

AFFIDABILITA' MAGNETOMETRI (IPHONE4)



Sensor Kinetics

INNOVENTIONS, Inc. Strumenti

PEGI 3

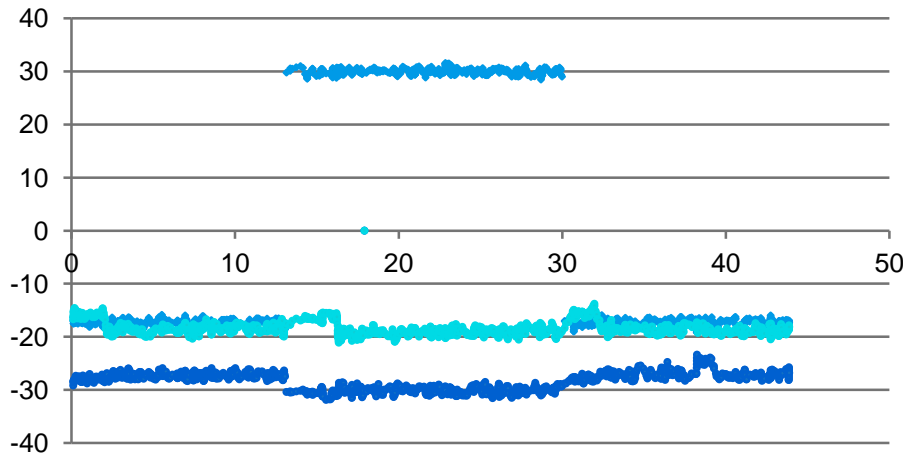


I valori che si ottengono sono attendibili?

- Con lo smartphone in posizione fissa all'interno della sua custodia, a sua volta fissata sul pavimento,
 - avvio la misura
 - ruoto di 180°
 - rimetto nella posizione iniziale

Nel grafico: le tre componenti del campo magnetico (in microtesla) in funzione del tempo (in secondi)

Il valore di ognuna di esse mostra una elevata variabilità anche quando il dispositivo è fermo



- mag_X_value
- mag_Y_value
- mag_Z_value

Ripetendo il dispositivo nella posizione iniziale si ottengono valori diversi anche ripetendo la calibrazione



UNO SGUARDO AI DATI

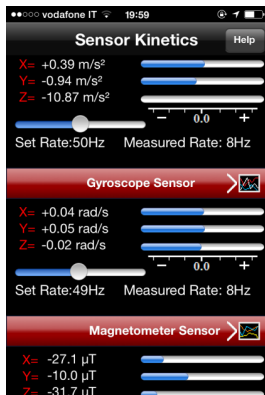
Tra 5 e 10 secondi

max	-25,8874	-15,8619	-16,6829
min	-28,3211	-18,8235	-20,343
delta	2,43375	2,961616	3,660034
delta%	9%	17%	20%
media	-27,1876	-17,2258	-18,4962

Tra 35 e 40 secondi

max	-23,343	-16,2459	-17,2547
min	-28,2658	-19,1526	-19,7709
delta	4,922815	2,906693	2,516266
media	19%	17%	14%
media	-26,3075	-17,2381	-18,5838

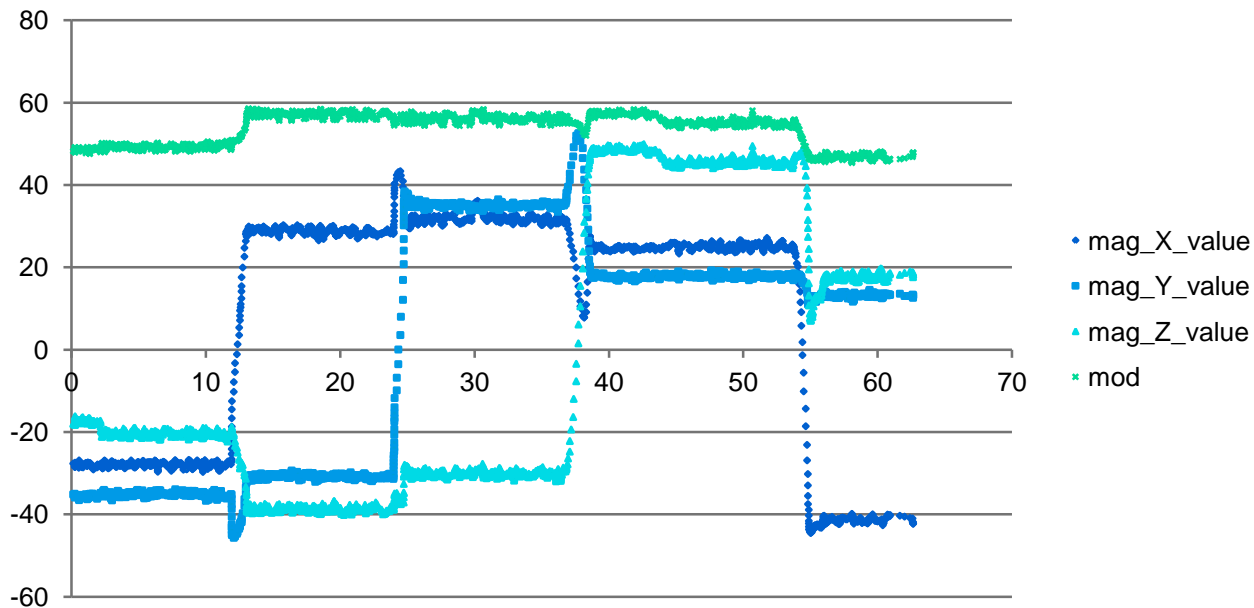
time_tick	mag_X_va	mag_Y_va	mag_Z_va
0,103308	-29,1508	-16,3005	-16,683
0,107344	-28,5424	-17,0135	-16,1683
0,127236	-28,2105	-17,4523	-15,8252
0,127972	-28,3764	-16,9587	-15,4249
0,129386	-28,2658	-16,7393	-15,3105
0,130292	-28,4871	-17,5071	-15,0818
0,152142	-28,0446	-17,3974	-14,9674
0,183673	-28,2105	-17,0135	-14,5671
0,200701	-28,1552	-17,2877	-14,853
0,238982	-27,6021	-17,3974	-14,853
0,25693	-27,3255	-17,0135	-15,2533
0,293253	-28,0446	-16,7393	-15,4249
0,303743	-28,2658	-16,849	-15,9968
0,330215	-27,9892	-17,0135	-16,2827
0,356019	-27,8786	-17,3426	-16,5115
0,389209	-27,8233	-17,5071	-16,1112
0,410276	-27,7127	-17,1781	-15,6537
0,436217	-27,4361	-17,3426	-15,7109
0,469876	-27,4914	-17,178	-15,3105
0,486173	-27,9339	-16,5199	-15,8824
0,510046	-27,9892	-16,7941	-15,8252
0,536455	-28,2105	-17,1232	-16,3971
0,568153	-28,3211	-17,0135	-16,6258
0,588829	-28,4871	-17,2877	-16,3399
0,612786	-28,4871	-17,3974	-15,768
0,640115	-28,4871	-17,1781	-15,9968
0,665387	-27,8786	-17,4523	-15,4821
0,691599	-27,2702	-16,849	-15,8824



Variabilità elevata, scarsa ripetibilità:
 più adatti ad osservazioni che a misure
 Attenzione alle misure singole, tipo quelle che si
 possono ottenere fotografando lo schermo!



AFFIDABILITÀ MAGNETOMETRI



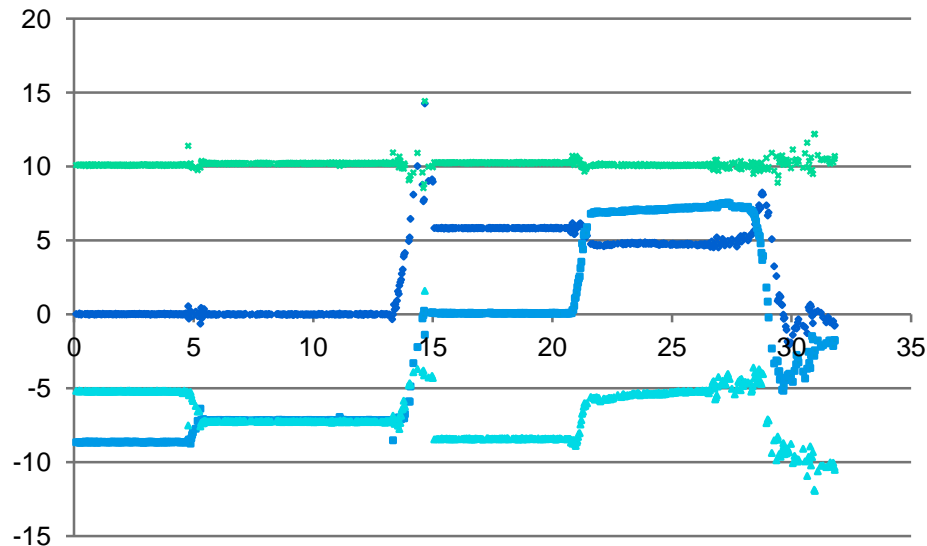
Misure fatte su tempi più lunghi, in spiaggia, lontano da perturbazioni
Variando l'orientamento del dispositivo dovrebbero variare le componenti ma non il modulo del vettore

$$|\vec{B}| = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

Variabilità elevata, scarsa ripetibilità:
più adatti ad osservazioni che a misure



CONFRONTO CON ACCELEROMETRI (IPHONE4)



Nel grafico: le tre componenti dell'accelerazione e il modulo del vettore risultante (in verde)



$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

A dispositivo fermo le componenti variano pochissimo.
Cambiando l'inclinazione del dispositivo le componenti variano ma il modulo del vettore accelerazione (in verde) rimane praticamente costante



PROBLEMI ANCHE MAGGIORI SU IPHONE5

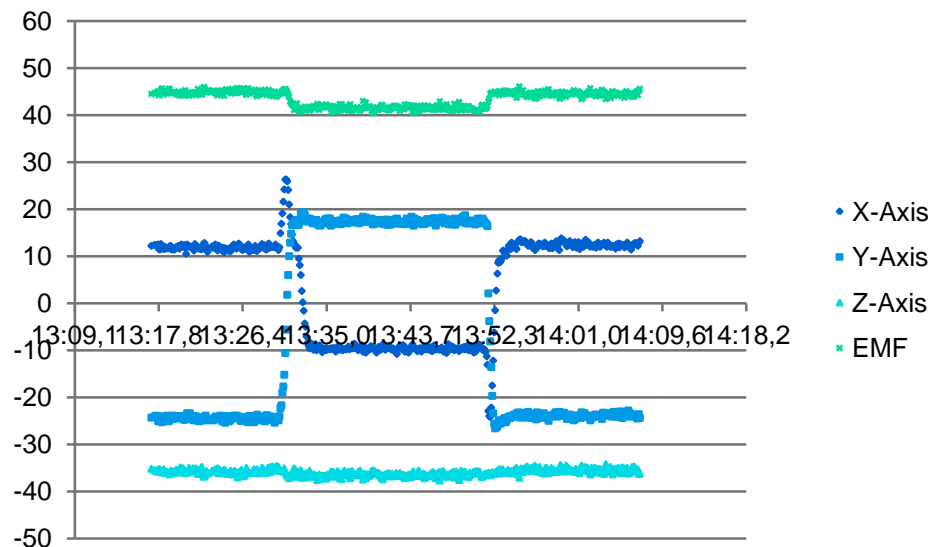


- o <http://www.melablog.it/post/116051/iphone-5s-bussola-digitale-giroscopi-e-accelerometri-sono-imprecisi-2>





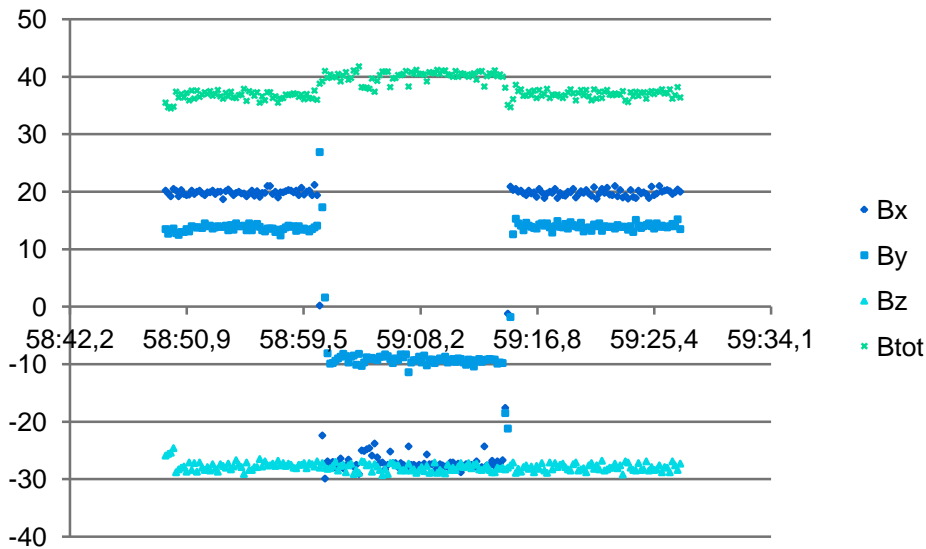
MAGNETOMETRI IPAD2



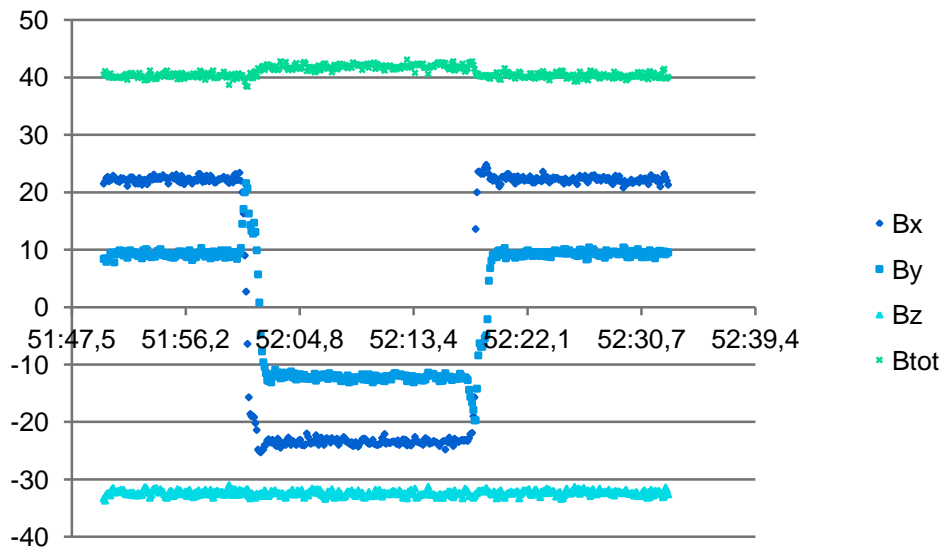
Valori più stabili e misura più ripetibile
La variazione del modulo può essere dovuta
ad un campo magnetico esterno o ad una
cattiva calibrazione di uno dei sensori

L'applicazione usata è diversa





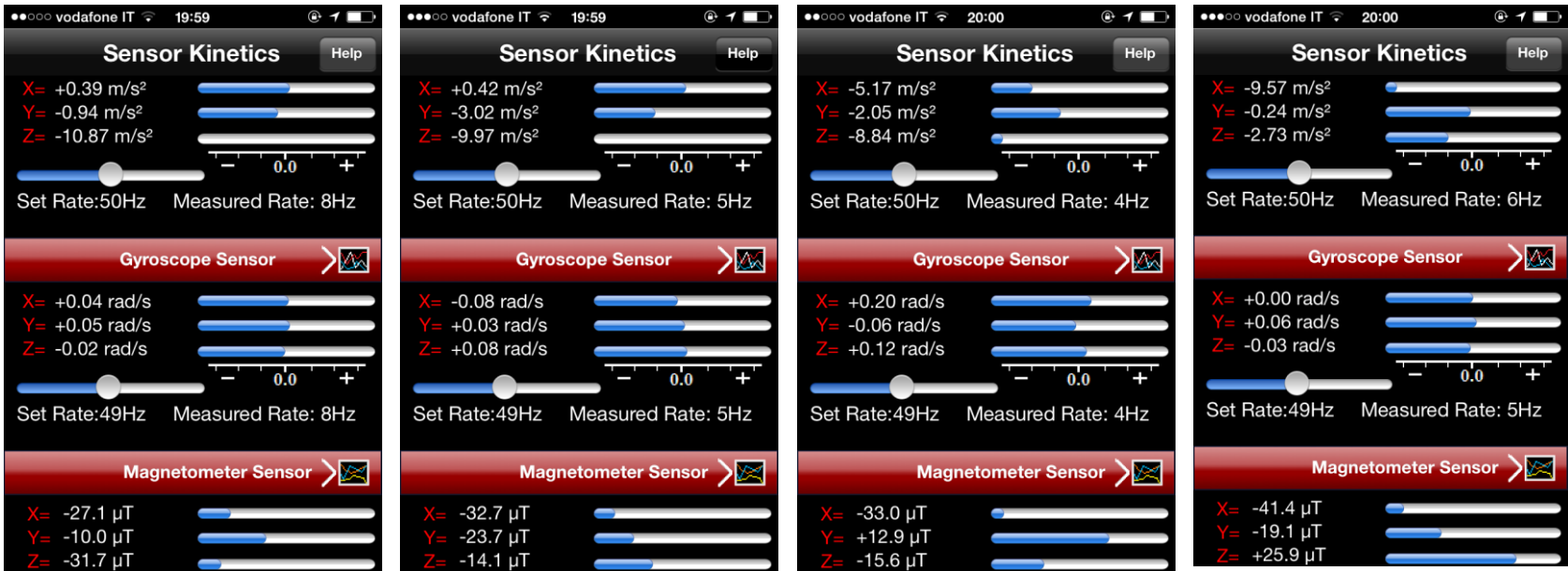
Iphone4



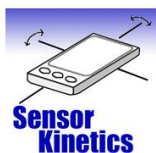
Ipad2

Dati un po' più stabili e ripetibili utilizzando un'altra applicazione, comunque diversi da un dispositivo all'altro





Questo era un tentativo, ma non ha senso perché i valori dei magnetometri non sono stabili nel tempo neanche col dispositivo fermo



Sensor Kinetics

INNOVENTIONS, Inc. Strumenti

PEGI 3

A

