

# RAPPORTI TECNICI INGV

Il nuovo sistema di acquisizione  
e visualizzazione dei dati  
di Campo Magnetico Terrestre



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

428

### **Direttore Responsabile**

Valeria DE PAOLA

### **Editorial Board**

Luigi CUCCI - Editor in Chief (luigi.cucci@ingv.it)  
Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)  
Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)  
Mario CASTELLANO (mario.castellano@ingv.it)  
Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)  
Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)  
Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)  
Mauro DI VITO (mauro.divito@ingv.it)  
Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)  
Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)  
Milena MORETTI (milena.moretti@ingv.it)  
Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)  
Umberto SCIACCA (umberto.sciacca@ingv.it)  
Alessandro SETTIMI (alessandro.settimi1@istruzione.it)  
Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)

### **Segreteria di Redazione**

Francesca DI STEFANO - Coordinatore  
Rossella CELI  
Barbara ANGIONI  
Tel. +39 06 51860068  
redazionecen@ingv.it

**REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO**

© 2014 INGV Istituto Nazionale  
di Geofisica e Vulcanologia  
Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI  
Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

# RAPPORTI TECNICI INGV

Il nuovo sistema di acquisizione  
e visualizzazione dei dati  
di Campo Magnetico Terrestre

*The new system for data acquisition and  
visualisation of the Magnetic Field of the Earth*

Paolo Bagiacchi, Giovanni Benedetti, Lili Cafarella, Domenico Di Mauro, Achille Zirizzotti

INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale

Accettato 29 ottobre 2020 | Accepted 29 October 2020

Come citare | How to cite Bagiacchi G., Benedetti G., Cafarella L., Di Mauro D., Zirizzotti A., (2021). Il nuovo sistema di acquisizione e visualizzazione dei dati di Campo Magnetico Terrestre. Rapp. Tec. INGV, 428: 1-20, <https://doi.org/10.13127/rpt/428>

In copertina Ferrofluido, elaborazione di B. Angioni da una fotografia di Etienne Desclides, Unsplash | Cover Ferrofluids, processed by B. Angioni from a picture by Etienne Desclides, Unsplash

428



# INDICE

<b>Riassunto</b>	7
<i>Abstract</i>	7
<b>Introduzione</b>	8
<b>1. Il flusso dei dati</b>	9
<b>2. Il database GeomagDB</b>	9
<b>3. Il portale web Geomag</b>	10
<b>4. Il software di acquisizione MAGO</b>	12
<b>5. Dati in tempo reale Grafterm</b>	14
<b>6. Trasferimento file DailyFTP</b>	14
<b>7. Software dedicato al Geomagnetismo</b>	15
<b>8. Considerazioni conclusive</b>	16
<b>Bibliografia</b>	16



## Riassunto

L'INGV da molti anni registra, analizza e distribuisce i dati di campo magnetico terrestre (CMT) provenienti da osservatori geomagnetici e stazioni temporanee dislocati sul territorio nazionale e in area polare sud [Cafarella et al., 2016]. Inoltre l'Istituto è membro del consorzio internazionale *Intermagnet* (<http://www.intermagnet.org/>), un consorzio di istituti ed enti scientifici che registrano e distribuiscono le proprie osservazioni del CMT. I dati inviati ad *Intermagnet* possono essere visualizzati e scaricati liberamente dalla comunità scientifica del settore. Gli osservatori e le stazioni di monitoraggio gestite dall'INGV sono ubicati 6 in Italia e 2 in Antartide. Ogni stazione/osservatorio è composta da 2 sistemi analoghi e paralleli di acquisizione per garantire la continuità della registrazione delle componenti e dell'intensità del vettore del campo magnetico, come raccomandato dalla IAGA (*International Association of Geomagnetism and Aeronomy*).

Vista la varietà di modelli e tipologie di strumenti di cui l'INGV dispone si è pensato di unificare il sistema di acquisizione in un unico *software* capace di salvare i dati di tutti i tipi di strumenti e, visto il numero di sistemi, si è deciso di porre un *database* al centro del flusso in entrata ed in uscita dei dati in modo da avere un'unica banca dati con un protocollo di comunicazione univoco. Questo lavoro illustra le procedure di acquisizione e analisi dei dati dagli osservatori geomagnetici gestiti dall'INGV a beneficio degli utenti che utilizzano la banca dati consultabile all'URL: <http://geomag.rm.ingv.it>.

## Abstract

*For many years, INGV has been recording, sharing and analyzing data relating to the Earth's magnetic field (CMT) from geomagnetic stations and observatories, placed on national territory and southern polar area. Besides, the Institute is a member of Intermagnet (<http://www.intermagnet.org/>), an international consortium of institutes that records and delivers each own magnetic field values collected at ground observatories. Data sent to Intermagnet can be freely visualized and downloaded from the scientific community interested in the topic.*

*The observatories and monitoring stations managed by INGV are located 6 in Italy and 2 in Antarctica. Each station/observatory is composed of 2 similar and parallel acquisition systems to ensure continuity of the recording of the components and intensity of the magnetic field vector, as recommended by the IAGA (International Association of Geomagnetism and Aeronomy).*

*Given the variety of models and types of instruments available at INGV, the unification of the acquisition system in a single software able of managing and saving data from all types of different instruments was created. Moreover, given the number of systems, a central single database at the incoming and outgoing flow knot of data with a unique communication protocol was implemented.*

*This work illustrates the acquisition and analysis procedures on the dataset for geomagnetic observatories managed by INGV for the benefit of users who make use of the databank at the URL: <http://geomag.rm.ingv.it>.*

Keywords Osservatori geomagnetici; Geomagnetismo; Proxy per attività geomagnetica | Geomagnetic observatories; Geomagnetism; Geomagnetic activity proxy

## Introduzione

La Terra è sede di un campo magnetico che varia nel tempo e nello spazio. È un campo vettoriale tridimensionale generalmente indicato con  $F$ , funzione del punto di osservazione e del tempo. Il monitoraggio del CMT e le informazioni che si derivano da esso sono importanti per lo studio delle caratteristiche e la dinamica del nucleo esterno del nostro pianeta.

La base delle osservazioni magnetiche in tutto il globo è la rete di osservatori gestiti da università, istituti ed enti di ricerca di tutto il mondo. Gli osservatori forniscono le registrazioni continue del campo geomagnetico e delle sue variazioni.

Il sistema di monitoraggio del campo magnetico terrestre sulla penisola italiana (fig. 1) e sul territorio antartico comprende i seguenti punti di osservazione:

- Osservatorio di **Castello Tesino** (Italia, Trentino Alto Adige)
- Stazione di **Varese Ligure** (Italia, Liguria, in fase di installazione)
- Stazione di **L'Aquila** (Italia, Abruzzo)
- Osservatorio di **Duronia** (Italia, Molise)
- Stazione di **Gagliano** (Italia, Sicilia)
- Osservatorio di **Lampedusa** (Italia, Sicilia)
- Osservatorio di **Terra Nova Bay** (Antartide, Base Mario Zucchelli)
- Osservatorio di **Dome C** (Antartide, Stazione Concordia)

**Figura 1** La rete italiana di osservatori e stazioni geomagnetiche.

*Figure 1* Italian network of observatories and geomagnetic stations.



La differenza tra osservatori e stazioni consiste nel fatto che per i primi vengono effettuate le misure assolute (misure periodiche di declinazione ed inclinazione magnetica effettuate da un operatore) utilizzate per produrre le linee di base per ottenere i valori assoluti di CMT. Presso le stazioni invece vengono effettuate esclusivamente le misure delle variazioni delle componenti del campo. Gli osservatori dispongono quindi di una zona dedicata all'esecuzione delle misure assolute. A tal fine sono dotati di un teodolite amagnetico con il quale personale specializzato effettua misure di declinazione ed inclinazione con cadenza prestabilita.

Per effettuare le misure delle componenti del CMT vengono utilizzati due tipi di magnetometri: un **magnetometro vettoriale** per la misura delle variazioni di campo magnetico lungo i tre assi ed un **magnetometro scalare**, per la misura del modulo del campo magnetico.

Ogni punto di osservazione dispone di due sistemi paralleli ed equivalenti di misura, ognuno dei quali è dotato di un magnetometro scalare, un magnetometro vettoriale ed un *pc* (di tipo commerciale) per l'acquisizione. Per il trasferimento dati in tempo reale e per il controllo da remoto viene utilizzato un *router UMTS/LTE*. Questo permette di pilotare un *rebooter*: strumento industriale per il riavvio dei sistemi e degli strumenti in caso di malfunzionamento o blocco.



Al fine di garantire la continuità dell'alimentazione i sistemi sono alimentati da apparati di tipo *UPS (Uninterruptible Power Supply)*, collegati alla rete elettrica e batterie in alcuni casi anche dotati di impianti fotovoltaici.

## 1. Il flusso dei dati

Una schematizzazione del flusso dei dati è illustrata nella figura 2: i magnetometri (vettoriale e scalare) sono pilotati in loco da un *software* chiamato *MAGO (MAGneticObservatory)* che funge anche come *layer* digitale di acquisizione elaborando i dati e salvandoli in formati idonei. Il *software* *MAGO*, completamente sviluppato in INGV, risiede su ciascun *pc* presso ciascun osservatorio e/o stazione di monitoraggio; è connesso ad *internet* ed al sistema di alimentazione e riavvio remoto. *MAGO* registra i dati localmente e parallelamente li invia, in tempo reale, tramite protocollo *TCP-IP* ad un *software (Grafterm)* presente su un *server* (ubicato fisicamente presso la sede di Roma) che provvederà all' inserimento dei dati nel *database* centrale (*GeomagDB*).

Sullo stesso *server* è presente un *software (DailyFTP)* che giornalmente si occupa di recuperare via *FTP* i *file* prodotti da *MAGO* in modo da garantire l'integrità dei dati nel *database* andando così a colmare lacune che potrebbero essersi formate a causa di problemi di connessione nel giorno precedente. Sullo stesso *server* nel quale risiede il *database* è presente un portale web che si occupa della visualizzazione e distribuzione dei dati e di altri servizi.

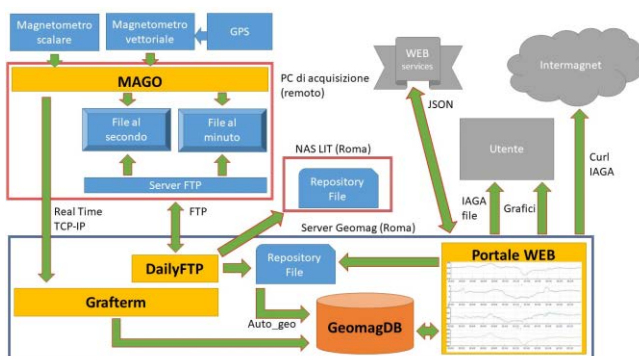


Figura 2 Il Flusso dei dati del sistema di monitoraggio del CMT per ciascun osservatorio/stazione del suolo nazionale e antartico.

Figure 2 CMT monitoring system data flow for each observatory/station on national territory and Antarctic region.

## 2. Il database GeomagDB

Il *database GeomagDB* è il cuore di tutto il sistema. Esso è strutturato in modo da avere sempre, in ogni istante, le informazioni sullo stato di funzionamento di ogni singolo osservatorio e di ogni singolo strumento appartenente alla rete di monitoraggio. Il *database* (di tipo *mysql relazionale*) è stato progettato in modo da poter ampliare il sistema di acquisizione, semplicemente interfacciandosi tramite portale web, senza modificare la sua struttura interna. Tutto il *database* viene gestito via web dal portale *Geomag* in linguaggio *PHP*, così da non dover interagire con codice *SQL*, rendendo l'interfaccia più semplice per tutti gli operatori che possono effettuare operazioni sul *database* tramite semplici pagine web di interfaccia (fig. 3).

Il *database* prevede l'inserimento di diversi tipi di *metadati*: *metadati* degli osservatori, *metadati* della strumentazione e *metadati* dei dati stessi. I **metadati relativi agli osservatori** contengono le informazioni relative alla nazione, al sito e alle coordinate geografiche ed i parametri del sistema di acquisizione (*ipaddress, user, password, strumenti, etc.*) (fig. 3).

I **metadati relativi alla parte strumentale** contengono informazioni relative alla marca, al modello, al numero seriale. Contengono inoltre informazioni sul funzionamento e sui guasti dello strumento. Infine i **metadati relativi ai dati** mettono in relazione strumenti e sistemi di acquisizione e permettono di avere i dati su richiesta e una panoramica sullo stato del repository dei *file* per il *download* pubblico.

Inoltre sul *server* risiede anche una installazione di *phpMyAdmin* per facilitare la gestione del *database* al di fuori delle pagine *PHP* di amministrazione.

Figura 3 Pagina di amministrazione di sistema.

Figure 3 System administrator page.

Campi del record Sistema		
Observatorio *	Selezionare l'osservatorio cui appartiene il sistema di acquisizione (se non compare l'osservatorio cercato aggiungere nella pagina opportuna)	(Summa (18x512))
Codice *	Codice INGA con numero progressivo (Max 4 caratteri 3 lettere + 1 numero)	01-01
Principale	Indicare se è il sistema principale di acquisizione	<input checked="" type="checkbox"/> Principale
Data inizio *	Data di installazione del sistema	1970-01-01
Data fine	Data di chiusura del sistema (lasciare vuoto il campo se ancora in funzione)	
Net address	Indirizzo di rete	192.168.0.1
Net Port	Inserire il numero della porta per la connessione (Ip)	21
FTP utente robot	Credenziali per FTP utente (xxxx@yyyy)	
FTP Amministratore	Credenziali per FTP Admin (xxxx@yyyy)	
Mostra web	Indicare se il sistema dovrà essere visualizzato sul portale web	<input checked="" type="checkbox"/> Mostra web
Acquisizione in tempo reale	Indicare se i dati inviati dal sistema dovranno essere gestiti da Grafem2	<input checked="" type="checkbox"/> Real Time
Trasferimento FTP	Indicare se i file del sistema dovranno essere gestiti da DailyFTP2	<input checked="" type="checkbox"/> FTP

### 3. Il portale web *Geomag*

Il portale web (<http://geomag.rm.ingv.it>), interamente sviluppato in *PHP*, risiede sullo stesso *server* del *database* e si interfaccia con esso in maniera diretta. Esso è un *repository* dei dati di tutti gli osservatori gestiti dall'INGV. Sul portale web è stata realizzata una parte pubblica ed una privata a cui si accede tramite una pagina di *login* e un *account* precedentemente autorizzato.

La parte pubblica (fig. 4) permette la visualizzazione dei sistemi di acquisizione principali. Vengono visualizzate le componenti il modulo del campo magnetico e gli indici K laddove essi vengono prodotti (tutti i grafici sono ottenuti grazie alla libreria *PHP jgraph*). Grazie al pannello di controllo superiore (parte alta di fig. 5) si possono impostare vari intervalli di dati, giorni particolari e orari specifici da visualizzare.

Figura 4 Home page della parte pubblica del portale web.

Figure 4 Public home page of the web portal.



La parte pubblica comprende anche una sezione dedicata al **download dei dati**, che possono essere scaricati in vari formati e per vari intervalli temporali. Inoltre è possibile scaricare i Bollettini mensili degli osservatori, prodotti in modo automatico *ondemand* dal portale.

La parte privata è riservata ad utenti registrati ed ha a disposizione due livelli di privilegi: *admin* ed *user*.

L'*account user* permette di avere a disposizione un numero di grafici maggiore rispetto alla parte pubblica (fig. 5), ciò consente di effettuare verifiche di qualità dei dati e confrontare dati acquisiti da sistemi diversi.

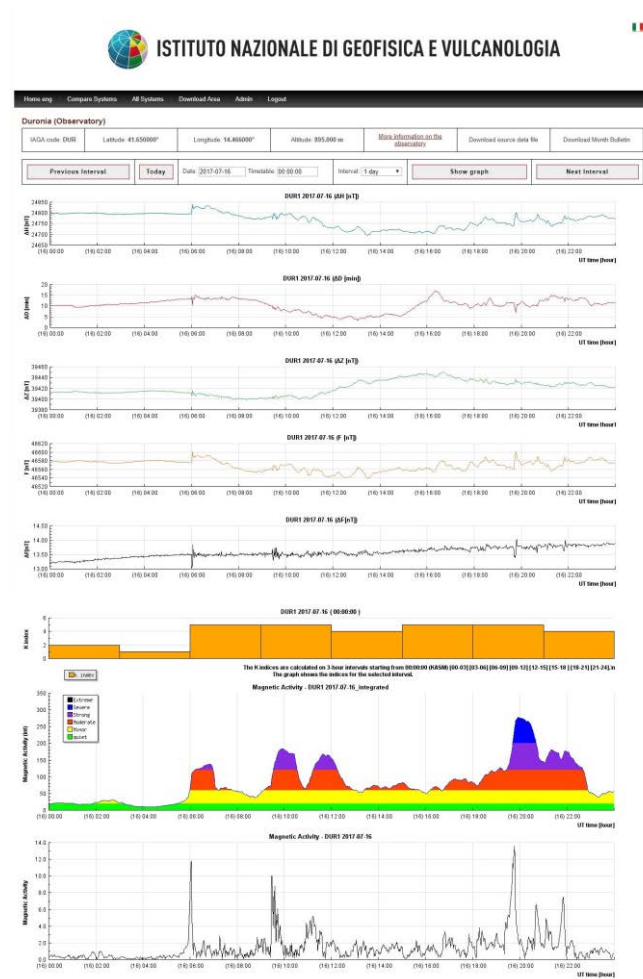


Figura 5 Pagina web privata di visualizzazione dei dati.

Figure 5 Data visualization private web page.

L'*account admin* permette di accedere a tutte le pagine di configurazione del *database* in modo da poter ampliare il sistema di acquisizione, disattivare l'*FTP*, il servizio *real time*, etc. Ad ogni azione di modifica del *database* viene inviata una *e-mail* agli *admins* in modo da tenere traccia dei parametri cambiati.

Il portale web ha anche numerosi *script* che vengono eseguiti con pianificazione automatica:

- *auto\_geo*: legge i *file* scaricati via *FTP/SFTP* dagli osservatori e riempie il *database* con i dati mancanti;
- *auto\_curl*: trasferisce via *Curl* i *file* degli osservatori ad *Intermagnet*;
- *auto\_kindex*: calcola gli indici K degli osservatori, utilizzando il *software KASM* ed i parametri impostati nel *database*;
- *geomag\_cleaner*: cancella tutti i *file* temporanei creati dal portale web per la visualizzazione;
- *script* per l'aggiornamento della versione del portale web da *GitLab*;
- *script* per l'aggiornamento di tutte le librerie di sistema.

Nel portale web è stato creato in *PHP* un *web service* che facilita lo **scambio dati con software esterni**, i quali non devono avere accesso diretto al *database*. Grazie al *web service* è possibile ricevere in formato *JSON* le risposte ad un certo numero di *query*:

- scaricare grandi quantità di dati in formato *JSON* senza dover interagire con i *file* in formato *IAGA*;
- ricevere la lista degli osservatori;
- ricevere informazioni per il trasferimento via *FTP* da remoto;
- ricevere informazioni sul *dataset* presente nel *database*.

Inoltre il *web service* permette l'interfacciamento del *database GeomagDB* con specifici applicativi web [grafana.com] per una condivisione dei dati anche su differenti siti web e per un utilizzo dei dati combinati.

Infine da sottolineare che il portale web, grazie ad uno specifico *script*, esegue una analisi spettrale per l'**individuazione di perturbazioni magnetiche**: sostanzialmente esegue un filtraggio in frequenza della serie temporale relativa alla componente orizzontale H, evidenziando nella forma d'onda ricostruita la parte impulsiva del segnale (ultimo grafico fig. 5). Integra poi la serie temporale così ottenuta ottenendo un indice di attività magnetica *real time* (penultimo grafico fig. 5), ben correlato con gli indici K (terzultimo grafico fig. 5). Questi ultimi vengono prodotti in *post processing* il giorno seguente per la specifica natura con cui sono definiti (medie tri-orarie).

Questa analisi viene effettuata sia *on-demand* nelle pagine web di visualizzazione dei dati e sia in modo programmato ogni 5 minuti, inviando *e-mail* ad un numero ristretto di *super-users* in caso di alta attività magnetica. L'attività viene poi analizzata successivamente e validata da operatori.

## 4. Il software di acquisizione *MAGO*

*MAGO* (*MAGneticObservatory*) è il software di acquisizione scritto in *Visual Basic* installato su tutti i *pc* di acquisizione presso gli osservatori e le stazioni INGV. Il programma permette di acquisire in parallelo su due ingressi seriali (*RS232*) distinti il magnetometro vettoriale ed il magnetometro scalare. *MAGO* è stato sviluppato per interagire e ricevere dati da tutti gli strumenti disponibili, sia in formato testo che in formato binario. Tramite l'interfaccia grafica (fig. 6) si possono impostare i parametri dell'acquisizione: sigla *IAGA* dell'osservatorio (correlata ad un *file* contenente l'intestazione), tipo di magnetometro vettoriale e scalare, sorgente di *timing* (da *pc*, *GPS* o magnetometro), porte seriali (numero e *baud rate*) e *server* per l'invio dei dati.

*MAGO* inoltre permette di interfacciarsi con le singole porte seriali per effettuare *test* preliminari di funzionamento, per esempio inviando comandi e visualizzando la risposta degli strumenti nelle apposite aree di testo.

Il software produce due tipi di *file*: un *file* di tipo *custom* ed un *file* al minuto in formato *IAGA*. Il *file custom* contiene relativamente al magnetometro vettoriale i dati *raw* al secondo, i dati relativi alla temperatura del sensore e dell'elettronica; mentre relativamente al magnetometro scalare contiene i dati registrati ogni 5 secondi ed il parametro di qualità del dato. Il *file* contenente i dati al minuto in formato *IAGA* (fig. 7) è ottenuto filtrando i dati al secondo con i coefficienti forniti dallo *standard Intermagnet* [intermagnet.org, *Technical reference manual*]. Entrambi i *file* vengono mantenuti sul disco rigido locale del *pc* di acquisizione fino ad avvenuto salvataggio sul *database GeomagDB* ed avvenuto trasferimento via *FTP* sul *NAS* istituzionale (fig. 2), in modo da garantirne la conservazione. Per facilitare il trasferimento via *FTP* dei *file* al secondo, essi vengono compressi da un programma eseguito con cadenza giornaliera.

Ogni qual volta *MAGO* esegue una media dei dati la invia via *TCP-IP* al *server Geomag* dove vengono memorizzati sul *database*, così da poter essere visualizzati in tempo reale sul portale web.

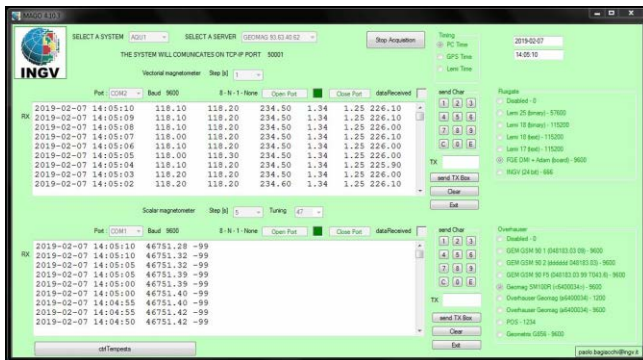


Figura 6 Interfaccia grafica del programma MAGO.

Figure 6 Graphic interface of the MAGO software.

```

Format IAGA-2002
Source of Data Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia
Station Name Duronia
IAGA Code DUR
Geodetic Latitude 41.650
Geodetic Longitude 14.466
Elevation 895
Reported HDZF
Sensor Orientation HDZ
Digital Sampling 1 second
Data Interval Type Filtered 1-minute (00:15-01:45)
Data Type variation
# MAGO 4.10.3
# Sys 1
# H, Z and F in nT, D in minutes of arc
# F Digital Sampling 5 seconds
# Approx H = 24840
# Approx D = 0
# Approx Z = 39457,5
# Vectorial Lem 25 (binary) - 57600
# Scalar GEM GSM 90 1 (048183.03 09) - 9600
# Scalar Tuning = 46
DATE TIME DOY DURH DURD DURZ DURF
2019-06-01 00:00:00.000 152 24873.04 5.35 39470.13 46654.28
2019-06-01 00:01:00.000 152 24873.24 5.36 39469.87 46654.15
2019-06-01 00:02:00.000 152 24873.18 5.35 39469.89 46654.16
2019-06-01 00:03:00.000 152 24873.05 5.35 39470.02 46654.20
2019-06-01 00:04:00.000 152 24873.02 5.35 39470.00 46654.17
2019-06-01 00:05:00.000 152 24873.18 5.38 39469.87 46654.15
2019-06-01 00:06:00.000 152 24873.19 5.36 39469.88 46654.16
    
```

Figura 7 Esempio di file in formato IAGA.

Figure 7 Example of an IAGA format file.

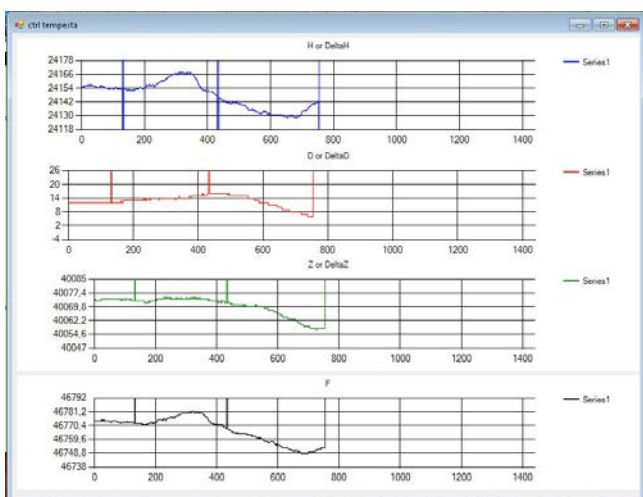


Figura 8 Controllo della quiete del campo magnetico, dall'alto componente H, D, Z e modulo del campo, sull'asse x sono indicati i minuti a partire dalla mezzanotte UTC (1440 minuti in 24 ore).

Figure 8 Control of the quiet of the magnetic field, from the high component H, D, Z and field module, on the x-axis the minutes are indicated starting from midnight UTC (1440 minutes in 24 hours).

Per facilitare le operazioni di esecuzione delle misure assolute, il software è dotato di un sistema di visualizzazione grafica (ottenuto utilizzando la libreria MSChart) dei dati registrati nel giorno corrente (fig. 8), in modo che l'operatore possa verificare le condizioni del campo magnetico, per stabilire se effettuare o meno le misure assolute di riferimento.

## 5. Dati in tempo reale *Grafterm*

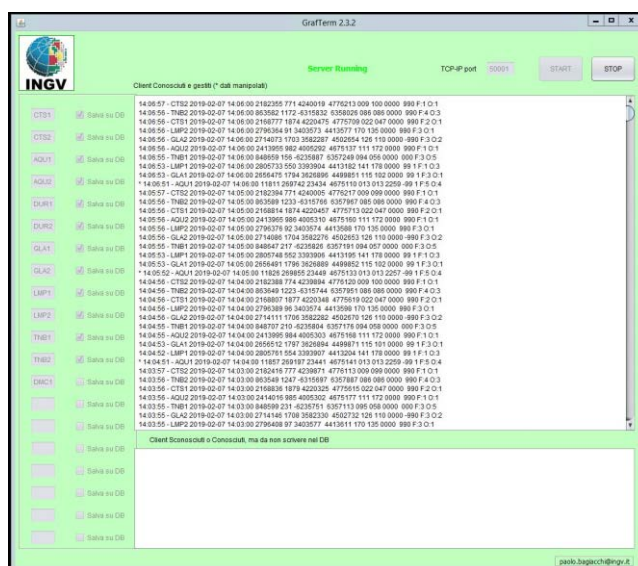
Tutti i sistemi di acquisizione MAGO installati nelle stazioni di misura e negli osservatori magnetici inviano i dati in tempo reale (ogni minuto) via *TCP-IP* alla porta 50001 del server *Geomag*. Questi messaggi vengono ricevuti ed elaborati, se necessario, da un *software* scritto in *Java* che si collega al *database* e li salva in opportune tabelle.

Il *software Grafterm* che esegue tale operazione è un programma (di tipo *multi-thread*) di comunicazione bidirezionale *TCP-IP* su singola porta, sviluppato in modo da gestire efficacemente la ricezione simultanea di messaggi e la scrittura in parallelo sul *database*.

*Grafterm* si interfaccia con il *database* presente sulla stessa macchina, prendendo informazioni sui sistemi da acquisire, effettua l'inserimento dei dati ricevuti permettendone la visualizzazione in tempo reale sul portale web. Qualora necessario, il *software* può eseguire delle operazioni pianificate di correzione dei dati ricevuti. Ha una interfaccia grafica che permette di visualizzare i dati ricevuti sia da osservatori sia da fonti esterne come sistemi in *test* (fig. 9).

Figura 9 Maschera di gestione di Grafterm per il controllo del corretto flusso di dati.

Figure 9 Gafterm manager window for the regular data flow check.



Inoltre *Grafterm* esegue l'importante funzione di **allerta di malfunzionamenti**: ogni minuto verifica che i sistemi di acquisizione stiano inviando dati. Se per qualche motivo un sistema, che da *database* risulta in acquisizione, non invia dati per un certo intervallo di tempo (fissato a 10 minuti) esso invia delle *e-mail* al personale incaricato indicando al sistema malfunzionante, in modo che si possa verificare l'entità del problema e risolverlo se possibile da remoto. Qualora il sistema riprenda a funzionare da solo (per esempio a causa di un'interruzione momentanea di connessione) o venga riavviato da un operatore, *Grafterm* invierà una *e-mail* di notifica di ripresa del corretto funzionamento. Inoltre per tenere sotto controllo l'utilizzo della *RAM* e gestire eventuali malfunzionamenti vari (ad es, problemi relativi a *thread* che possono bloccarsi a causa di messaggi corrotti o linee *busy*), il *software* esegue un riavvio automatico alla mezzanotte, rilasciando tutte le risorse utilizzate.

## 6. Trasferimento file *DailyFTP*

Come detto in precedenza ogni sistema di acquisizione genera due *file* testuali: uno con i dati al minuto in formato *IAGA* ed uno con i dati *raw* contenente tutte le informazioni provenienti dai magnetometri.

Per ovviare alla mancanza di dati sul *database*, nel caso di problemi di connessione con gli osservatori e per produrre *file* di dati al minuto in formato *IAGA*, è stato sviluppato il programma *DailyFTP*.

Il *software* scritto in *Java*, effettua il *download* dei *file* presenti sugli osservatori automaticamente. Ogni giorno alle 3:00 AM il *software* si interfaccia con il *database* tramite il *web service* e riceve tutte le informazioni relative ai sistemi di acquisizione (*username*, *password*, *host name*, tipo di connessione e porta da utilizzare) e, grazie alla presenza di un *server FTP* presente sui *pc* di acquisizione, effettua il *download* dei *file* relativi al giorno precedente da ogni sistema di acquisizione.

*DailyFTP* è stato creato in modo da poter operare con i protocolli *FTP* e *SFTP*. Nella base antartica di Mario Zucchelli, a causa della esigua banda di trasmissione disponibile, sono permesse connessioni dati via *FTP* solo per i sistemi della logistica della base. Per i dati scientifici e degli osservatori è stato realizzato un *server* intermedio, *Hermes*, gestito dal CNR di Roma che prende attraverso degli *script* i dati dai sistemi e li rende disponibili al *download* via *SFTP*.

Alle 10 PM di ogni giorno *DailyFTP* recupera dal *database*, tramite il *web service*, le informazioni sui *file* mancanti nel *repository* di ogni osservatorio ed esegue una operazione di recupero di tali *file* non precedentemente scaricati. *DailyFTP* è un *software multi-thread*<sup>1</sup>. All'avvio della procedura lancia un *thread* per sistema di acquisizione e trasferisce i *file* al minuto e al secondo salvandoli nel *repository* presente nel NAS LIT. I *file* al minuto vengono inoltre inviati al *server Geomag* che li utilizzerà per completare il *dataset* del *database* ed il *repository* locale usato per il *download* da portale web.

Il *software* è dotato di una interfaccia grafica (fig. 10) che permette il *download* di *file* relativi a sistemi e giorni scelti dall'utente, inoltre permette di verificare la completezza del *repository* sul NAS.

In caso di necessità, il *software* esegue delle operazioni pianificate di correzione dati dei *file* ricevuti ed esegue un salvataggio sul NAS dei *file* originali e dei *file* modificati, trasferendo al *server* solo i *file* modificati. Per tenere sotto controllo l'utilizzo della RAM e gestire eventuali problemi relativi a *thread*, che possono bloccarsi a causa di ritardi di connessione, il *software* esegue un autoriavvio alla mezzanotte.



Figura 10 Interfaccia grafica di DailyFTP.

Figure 10 DailyFTP graphic interface.

## 7. Software dedicato al Geomagnetismo

*GEDA* (*GEomagnetic Data Analyzer*) è un insieme di *tools* sviluppati in *Java* che permette di effettuare operazioni utili per l'analisi di dati geomagnetici. Le operazioni che il *software* è in grado di effettuare sono:

<sup>1</sup> Un *software multi-thread* suddivide il processo principale in più sottoprocessi che vengono eseguiti in modo concorrente (esecuzione quasi contemporanea) da un sistema di elaborazione con uno o più processori.

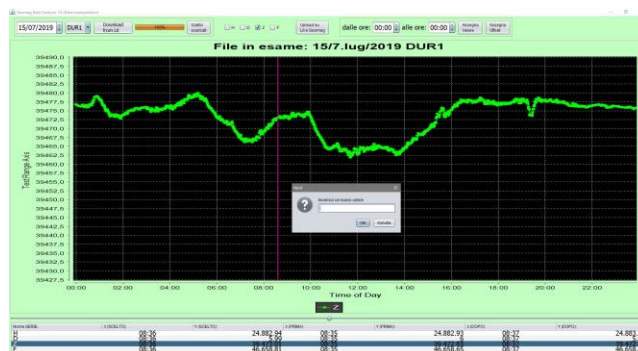
- correzione dei dati al minuto in formato IAGA;
- calcolo della media dai *file* al secondo;
- scarico dei dati di DMC da *e-mail* di giorni scelti da utente;
- *upgrade* di *file* con vecchio formato al formato IAGA;
- calcolo del delta F dai *file* al minuto e dai *file* al secondo.

La parte principale è quella relativa alla correzione dei dati geomagnetici al minuto. Il *software* preleva i dati direttamente dal *NAS LIT*, ne permette la visualizzazione e la modifica. Una volta corretti i dati il *software* si occupa di produrre un nuovo *file* in formato *IAGA* che viene sostituito in *LIT* ed inviato al *server Geomag* per propagare le correzioni al portale web. *GEDA* permette di correggere un dato su una qualsiasi serie di dati (H, D, Z o F) o di cancellare un intero intervallo di dati di una qualsiasi serie. Inoltre permette di aggiungere *offset* o attribuire valori specifici ad interi intervalli.

La parte grafica (fig. 11) permette di scegliere il giorno da analizzare e il sistema di acquisizione, consentendo di analizzare in dettaglio la serie temporale (attraverso il tasto zoom +/-) ed il salvataggio del grafico in formato *PNG* (viene utilizzata la libreria grafica *Java jfreechart*). La correzione di un dato viene effettuata cliccando direttamente sul grafico o nella tabella posta sotto il grafico stesso.

Figura 11 Visualizzazione del tool di correzione dati.

Figure 11 Display of the data correction tool.



## 8. Considerazioni conclusive

Tutti i *software* descritti nel manoscritto costituiscono la catena di acquisizione e visualizzazione del campo magnetico terrestre, sono stati testati a lungo sia per quanto riguarda l'affidabilità e la correttezza dei dati sia per quanto riguarda la stabilità e l'efficienza di funzionamento. L'intero sistema è in funzione da circa due anni e la sua stabilità ha portato alla possibilità di affrontare problemi che esulano da malfunzionamenti ed errori di programmazione. Tutti i sorgenti dei *software* sono caricati sul *GitLab* dell'INGV, in modo da avere il controllo di versione e la storia dei cambiamenti e della correzione degli errori effettuata. I sorgenti e gli eseguibili sono disponibili su richiesta agli autori del manoscritto.

## Bibliografia

Cafarella L., Dominici G., Di Mauro D., Lepidi S. e Zirizzotti A., (2016). *Il nuovo manuale degli osservatori geomagnetici*, Rapporti Tecnici INGV, n. 362, 46 pp.

Grafana. *The leading open source software for time series analytics*, <https://grafana.com/>

Intermagnet. *Technical reference manual*, [http://www.intermagnet.org/publications/intermag\\_4-6.pdf](http://www.intermagnet.org/publications/intermag_4-6.pdf)





# QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

# RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

# MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

[http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html](http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html/)

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

**Coordinamento editoriale e impaginazione**

Francesca DI STEFANO, Rossella CELI  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

**Progetto grafico e impaginazione**

Barbara ANGIONI  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

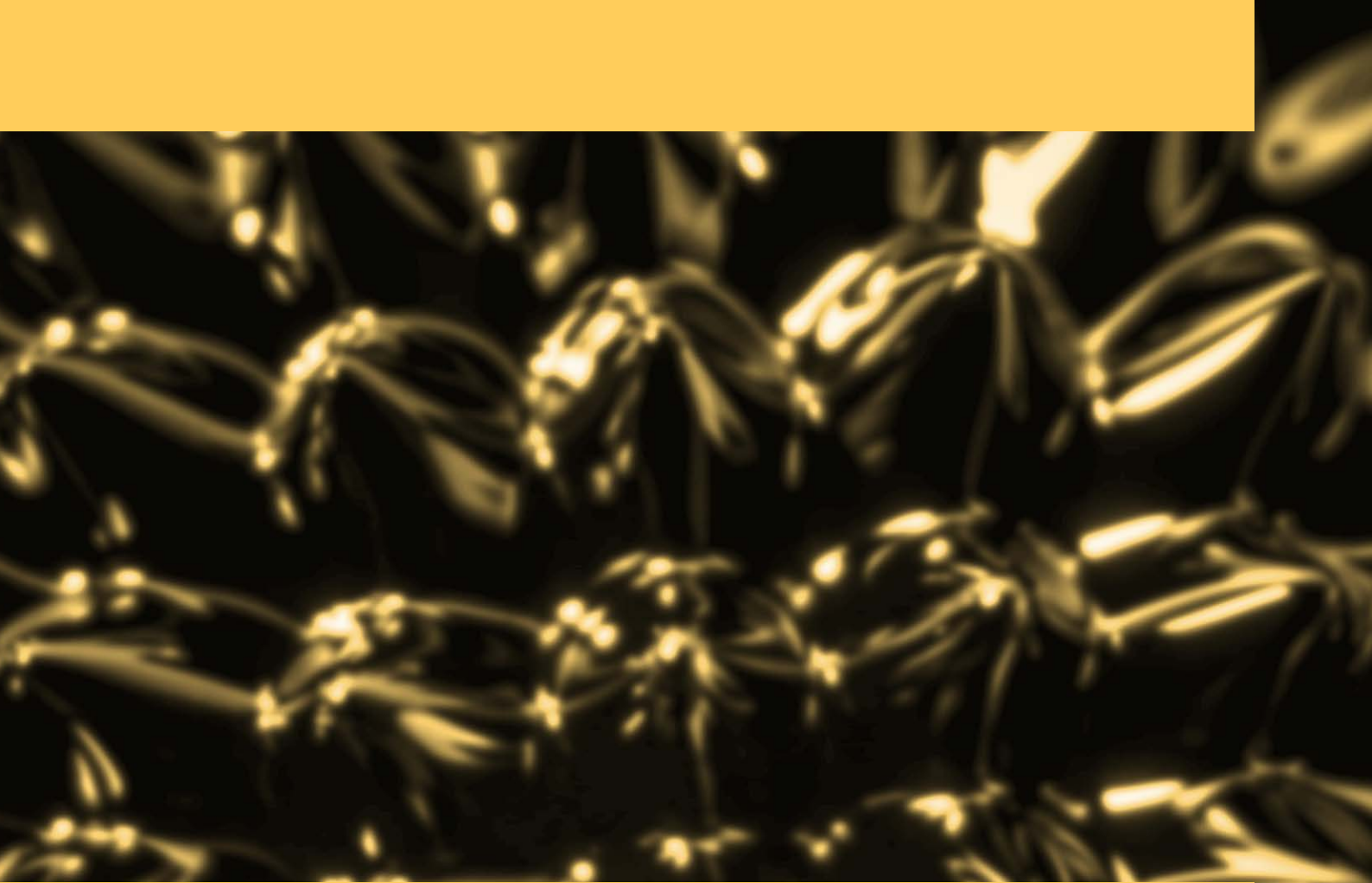
©2021

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Via di Vigna Murata, 605  
00143 Roma  
tel. +39 06518601

[www.ingv.it](http://www.ingv.it)



Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA