

# Rapporti tecnici

## INGV

**NETHIX WE-120: un dispositivo di  
telecontrollo per l'ottimizzazione di  
sistemi di trasmissione di  
dati sismologici in tempo reale**

# 278



## **Editorial Board**

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (INGV - RM1)  
Luigi Cucci (INGV - RM1)  
Nicola Pagliuca (INGV - RM1)  
Umberto Sciacca (INGV - RM1)  
Alessandro Settimi (INGV - RM2)  
Aldo Winkler (INGV - RM2)  
Salvatore Stramondo (INGV - CNT)  
Gaetano Zonno (INGV - MI)  
Viviana Castelli (INGV - BO)  
Marcello Vichi (INGV - BO)  
Sara Barsotti (INGV - PI)  
Mario Castellano (INGV - NA)  
Mauro Di Vito (INGV - NA)  
Raffaele Azzaro (INGV - CT)  
Rosa Anna Corsaro (INGV - CT)  
Mario Mattia (INGV - CT)  
Marcello Liotta (Seconda Università di Napoli, INGV - PA)

## **Segreteria di Redazione**

Francesca Di Stefano  
Tel. +39 06 51860068  
Fax +39 06 36915617  
Rossella Celi  
Tel. +39 095 7165851  
[redazionecen@ingv.it](mailto:redazionecen@ingv.it)



# Rapporti tecnici INGV

## **NETHIX WE-120: UN DISPOSITIVO DI TELECONTROLLO PER L'OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI DI TRASMISSIONE DI DATI SISMOLOGICI IN TEMPO REALE**

Sara Lovati, Davide Piccarreda, Marco Massa

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Milano)

# 278



## **Indice**

Introduzione	7
1. Il monitoraggio sismico del territorio italiano	7
1.1 La trasmissione dei dati sismici acquisiti con acquisitori Reftek-130 e GAIA2	9
2. NethixWE-120	11
2.1 Configurazione hardware	12
2.2 Configurazione software	14
3. Applicazione ad alcune stazioni accelerometriche del Nord Italia	17
3.1 Test statistici giugno 2013 - dicembre 2013	19
Conclusioni	21
Bibliografia	22



## Introduzione

In questo lavoro è descritto l'utilizzo del Nethix WE120 (<http://nethix.com/it/>), un modem GSM/GPRS quad band dotato di scheda sim e antenna che permette la supervisione (ed in caso di necessità la riattivazione) a distanza di dispositivi e sistemi elettronici tramite l'invio di sms da telefono cellulare.

Il Nethix WE120, dopo una fase di test in laboratorio, a partire dal mese di Marzo 2013 è stato installato presso alcune stazioni della rete Accelerometrica INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, <http://ismd.mi.ingv.it>), installate in Italia settentrionale (<http://rais.mi.ingv.it/>) e gestite dalla sezione di Milano. In questo specifico contesto, il Nethix WE120 è utilizzato per ottimizzare la funzionalità dei routers UR5 (<http://www.conel.cz>), ovvero dei dispositivi di trasmissione che, sfruttando lo standard di telefonia mobile GPRS/EDGE (2G) o UMTS/HSDPA (3G), inviano in tempo reale i dati accelerometrici dalle stazioni remote alla sala sismica dell'INGV di Milano.

In generale i sistemi elettronici che inviano dati in tempo reale ai centri di acquisizione sfruttando standard di telefonia mobile (economicamente conveniente rispetto ad altri tipi di trasmissione) risentono molto spesso della debolezza o addirittura dell'assenza temporanea della copertura del campo telefonico in alcune ore e/o giorni dell'anno. Inoltre, il dispositivo UR5, utilizzato dalle stazioni accelerometriche gestite dalla sezione di Milano, va periodicamente in blocco con la conseguente interruzione della trasmissione dati. In questo specifico caso il ripristino deve necessariamente essere effettuato in sito da un operatore per mezzo di una semplice operazione di *reboot* del dispositivo (i.e. manualmente tramite stacco e successiva riattivazione dell'alimentazione elettrica).

Per superare questo problema, il dispositivo Nethix WE120, è stato installato a monte del sistema di trasmissione dati ed agendo come un semplice interruttore elettrico consente di interrompere, per un numero di secondi stabilito a priori, il flusso di corrente al router consentendone il *reboot* e di conseguenza il ripristino della trasmissione dei dati.

## 1. Il monitoraggio sismico del territorio italiano

La sismicità del territorio italiano è monitorata dalla Rete Sismica Nazionale dell'INGV [RSN, Amato and Mele, 2008, <http://iside.rm.ingv.it>], composta da circa 350 stazioni sismiche (figura 1) uniformemente distribuite sul territorio nazionale alle quali si aggiungono reti locali gestite da differenti Enti di ricerca e Università [Cattaneo e Moretti, 2011]. Tutte le stazioni sismiche remote sono costituite da un acquisitore digitale ad alta dinamica, da un sensore velocimetrico, accoppiato in molti casi ad un accelerometro (la cui maggior dinamica consente di evitare fenomeni di saturazione in caso di forti terremoti), un sistema di alimentazione, un sistema di sincronizzazione temporale GPS e un sistema di trasmissione dati. Dalla fine del 2010 la trasmissione dei segnali sismici di tutte le stazioni che compongono le reti INGV avviene completamente in digitale secondo differenti modalità di trasmissione quali ponti radio terrestri e satellitari, collegamenti Wi-Fi, collegamenti internet, reti IP dedicate, linee telefoniche e telefonia mobile *GPRS/EDGE (2G) o UMTS/HSDPA (3G)*.

In particolare, circa il 60% delle stazioni sismiche dislocate sul territorio nazionale inviano i dati direttamente al centro di acquisizione dell'INGV-CNT di Roma (Centro Nazionale Terremoti, <http://cnt.rm.ingv.it/>) per mezzo di sistemi di trasmissione satellitare e connessioni GPRS/UMTS [Mazza et al., 2011].

Attualmente la sezione di Milano dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia gestisce 25 stazioni accelerometriche (tabella 2) installate a partire dal 2006 in Pianura Padana ed aree limitrofe [Augliera et al., 2011].

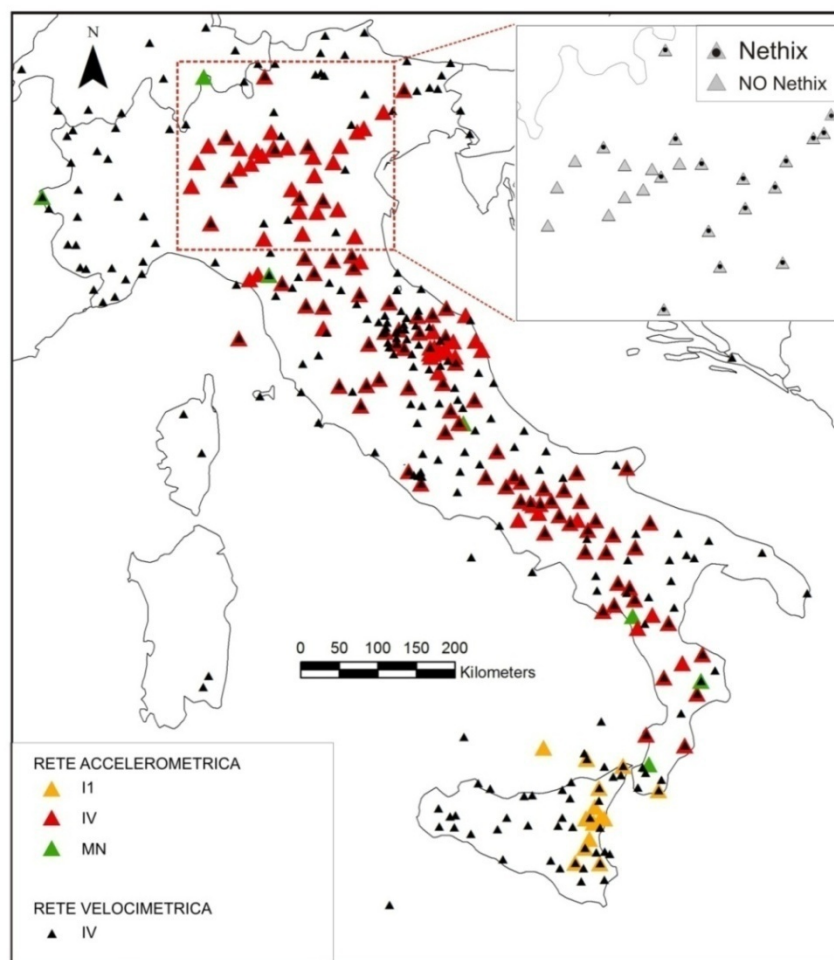
Le stazioni accelerometriche gestite dall'INGV Milano (<http://rais.mi.ingv.it/>) sono composte da un sensore triassiale Episensor-FBA prodotto dalla Kinematics (full scale settato a  $\pm 2.0g$ , ad eccezione della stazione di Milano, MILN, per la quale il full scale è stato settato a  $\pm 1.0g$ ) accoppiato a due differenti tipi di acquisitori digitali a 24 bits: l'acquisitore GAIA2, prodotto dai laboratori INGV-CNT di Roma [Rao et al., 2010] e l'acquisitore Reftek-130 ([www.reftek.com](http://www.reftek.com)). Le stazioni sono alimentate da corrente 220V ad eccezione della stazione BOTT alimentata a pannelli solari. In tutti i casi la presenza di una batteria tampone consente il funzionamento della stazione anche in caso di interruzione dell'alimentazione per almeno 5 giorni. La sincronizzazione temporale è garantita da apparati GPS, mentre la trasmissione di dati in tempo reale è garantita da collegamenti internet adsl dedicati, modem WiFi e nella maggior parte dei casi (20 stazioni) da routers UR5 che sfruttano la rete pubblica UMTS/HSDPA (tabella 2).

I routers UR5, prodotti da Conel s.r.o. (<http://www.conel.cz>), sfruttano la copertura GPRS/EDGE (2G) o UMTS/HSDPA (3G) del provider Vodafone per inviare i dati tramite il protocollo TCP/IP.

Il router UR5, che necessita di un'alimentazione costante di 12V e accetta tensioni di ingresso tra 10 e 30 Vcc, è collegato tramite la sua interfaccia Ethernet 10/100 all'acquisitore (nel caso specifico Reftek-130 o GAIA2) con velocità di trasferimento dati in download fino a 3.6 Mbit/s e fino a 384 Kbit/s in upload.

Le interfacce di rete dell'UR5 sono la Local Area Network (LAN), a cui è assegnato un indirizzo IP statico 192.168.1.1 (subnetmask 255.255.255.0) e la Wide Area Network (WAN) il cui indirizzo IP dinamico è assegnato dall'operatore telefonico. Ad ogni UR5 è assegnato un hostname alfanumerico <nome stazione.homelinux.net> al quale viene accoppiato un IP dinamico fornito dall'operatore (es. Vodafone) attraverso il servizio DynamicDns (<http://dyn.com/>).

L'indirizzo dinamico fornito dal DynamicDns viene periodicamente modificato sia in base alle necessità dell'operatore telefonico sia ad ogni operazione di *reboot* effettuata sul router UR5. Il flusso dati dalla stazione remota alla sala di acquisizione di Milano avviene secondo modalità differenti a seconda che il router sia collegato ad una stazione GAIA2 o ad una Reftek-130 (vedi paragrafo successivo). I dati sono quindi immagazzinati nei server della sala sismica di Milano in formato MiniSEED (SEED, Standard for Exchange of Earthquake Data, IRIS web site, (<http://www.iris.edu/dms/nodes/dmc/data/formats/>)) tramite un SeedLink server che sfrutta un protocollo internet TCP/IP per la trasmissione in tempo reale.



**Figura 1.** Rete Sismica Nazionale (RSN) gestita dall'INGV. I triangoli neri indicano le stazioni velocimetriche (gestite dall'INGV ed enti convenzionati), i triangoli rossi indicano le stazioni accelerometriche INGV (rete IV), i verdi le stazioni accelerometriche MedNet (<http://mednet.rm.ingv.it/>), i gialli le stazioni accelerometriche della rete Etna [Di Prima et al., 2011]. Il riquadro in alto a destra mostra le 25 stazioni accelerometriche gestite dalla sezione INGV di Milano [Augliera et al., 2011].



## 1.1 La trasmissione dei dati sismici acquisiti con acquisitori Reftek-130 e GAIA2

Lo schema di figura 2A illustra la trasmissione dei dati sismici acquisiti con Reftek-130. Dallo schema si nota come i segnali sismici registrati dagli acquisitori di tipo Reftek-130 vengano inviati al centro di acquisizione dati di Milano alla porta 2543 del server di acquisizione tramite il protocollo RTP (Reftek Protocol) ed archiviati per mezzo del programma RTPD (REF TEK ErrorCorrectionProtocol) in formato reftek. Successivamente il pacchetto di acquisizione e processing di dati sismologici *Seiscomp3* (installato sul server di acquisizione dati) utilizzando il plugin del Seedink server accede al server RTPD tramite la porta 2543 e converte i dati dal formato reftek al formato miniseed. I dati sono così archiviati in locale al path *home/seiscomp3/acquisition/archive*.

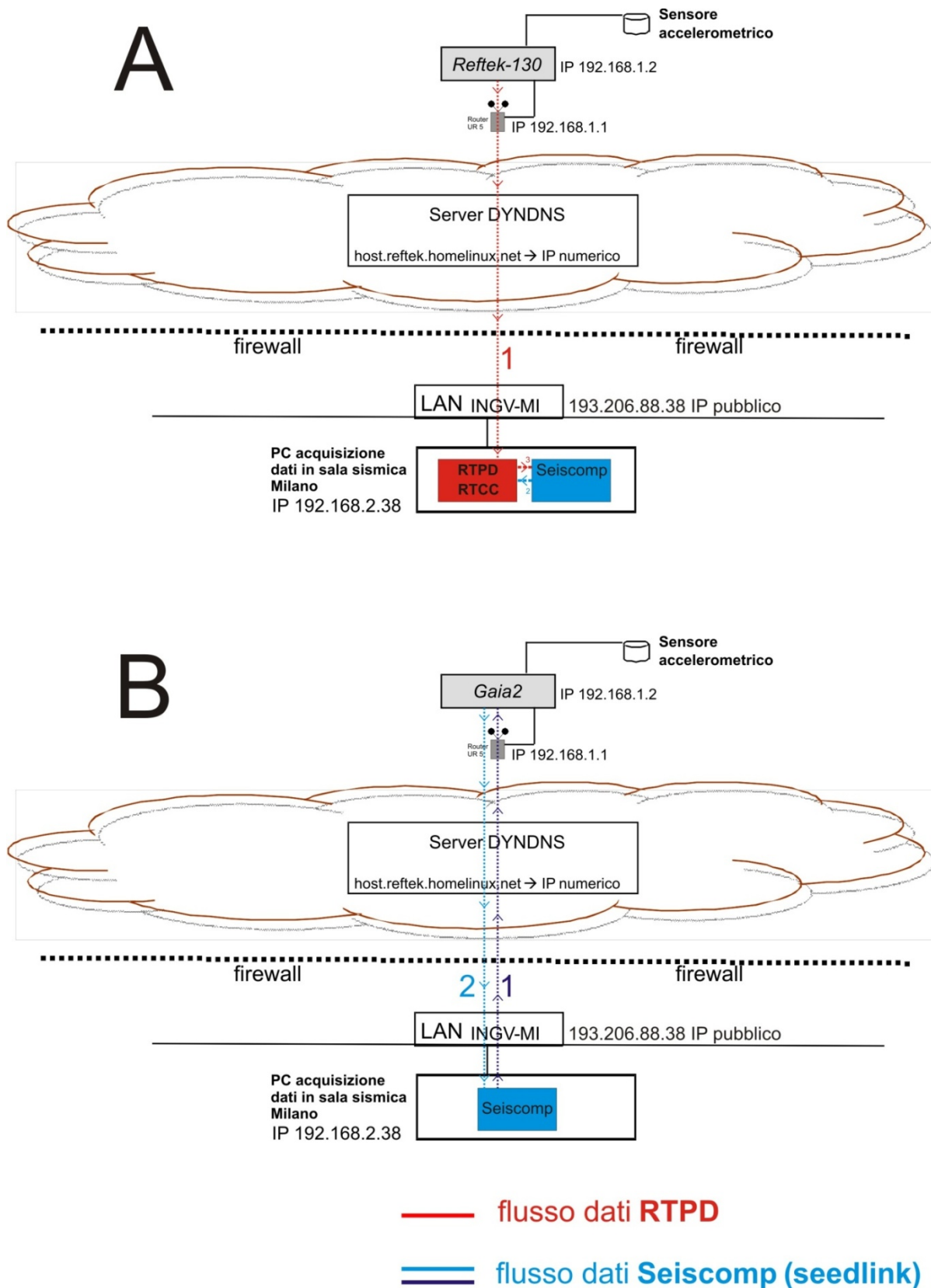
Il programma RTPD abilita tutti i processi grazie ai quali il centro di acquisizione di Milano immagazzina i dati inviati in tempo reale delle stazioni Reftek-130 remote. La stazione Reftek-130 interroga direttamente il server RTPD per inviare i dati tramite il router UR5. Escludendo interruzioni di corrente o malfunzionamenti della stazione sismica, l'interruzione del flusso dati dalla Reftek-130 remota all' RTPD è dovuta o all'assenza di segnale telefonico o al blocco del sistema di trasmissione dati (router UR5) o, come accade in rari casi, ad una interruzione del programma RTPD. Se nel primo caso è possibile intervenire localmente (tramite operatore) o da remoto forzando il router, nel secondo è necessario un riavvio completo del programma RTPD. Infatti uno dei principali svantaggi della reftek (ad eccezione del caso di acquisizione in locale) è legato al fatto che periodicamente il programma RTPD si blocca, non consentendo più l'archivio dati. Di conseguenza la memoria interna della stazione (RAM, solitamente compresa tra 4 e 6 Mb) acquisisce dati oltre la soglia di scarico sugli hard disks (impostata a priori solitamente intorno al 50%) andando così a saturazione.

In questo caso una volta riavviato RTPD dall'operatore è necessario entrare in connessione diretta (porta 5000) nella stazione, pulire (o dumpare) la RAM, consentendo di conseguenza il ripristino della corretta acquisizione dati.

In questi casi al ripristino di RTPD l'operatore, tramite il programma di controllo RTCC (REF TEK Command/Control) interroga ogni singola stazione e, nel caso, procede a scaricare RAM e hard disks, ripristinando il corretto funzionamento dell'acquisitore.

Lo schema di figura 2B illustra la trasmissione dei dati sismici acquisiti con GAIA2. I segnali sismici registrati dagli acquisitore di tipo GAIA2 vengono inviati a Seiscomp3 tramite interrogazione del server Seedlink alla stazione remota utilizzando la porta 18000. La stazione invia i dati alla sala sismica di Milano tramite il router UR5. Il SeedLink client preleva i dati e per mezzo di *slarchive*, applicazione di Seiscomp3, viene creato un archivio dati al path *home/seiscomp3/acquisition/archive*.

A parità di altre condizioni (presenza di alimentazione e buon funzionamento della stazione), a differenza della stazioni Reftek-130, l'interruzione del flusso dati dalla GAIA2 all'archivio di *seiscomp3* è dovuta unicamente alla perdita di segnale telefonico da parte del router UR5 o al blocco del medesimo. La trasmissione dati accoppiando UR5-GAIA2 è automaticamente riattivata una volta ristabilito il campo telefonico o riavviato manualmente l'UR5 in caso di blocco.



**Figura 2.** Flusso dati dalle stazioni remote Reftek-130 (A) e GAI A2 (B) al server di acquisizione della sala sismica di Milano.

## 2. NethixWE-120

Il Nethix WE120 è un modem GSM/GPRS quad band (850/900/1800/1900 Mhz) dotato di avanzate funzioni di telecontrollo e raccolta dati che permette, oltre alla normale comunicazione sulla rete GSM, l'attivazione e la supervisione a distanza di dispositivi e sistemi elettronici. Le principali applicazioni sono l'automazione domestica, la termoregolazione, la telegestione di impianti civili ed industriali di piccole dimensioni, la lettura dei contatori, l'acquisizione dei dati, il risparmio energetico, la gestione acque e il controllo pompe. Dispone di uscite a relè ed ingressi analogici e digitali singolarmente controllabili attraverso l'invio di messaggi SMS da telefono cellulare o fisso. Le uscite a relè possono essere attivate con l'invio di SMS o anche con un semplice squillo di telefono.

Il Nethix WE120 è completamente configurabile attraverso l'invio di comandi tramite SMS o da personal computer (per mezzo della porta seriale RS232) e le procedure di configurazione consentono di attivare le principali modalità d'uso del dispositivo ossia:

- definire la modalità di attivazione delle uscite relè;
- definire lo stato degli ingressi digitali;
- attivare le uscite relè;
- ricevere un avviso, mediante SMS ad uno o più numeri di telefono programmabili dello stato degli ingressi su invio di un SMS di richiesta;
- abilitare l'uso del WE120 ai soli utenti registrati mediante riconoscimento del numero di telefono di chi invia il messaggio o effettua lo squillo.

Oltre alle funzioni sopra riportate il dispositivo permette di inviare un SMS all'accensione per segnalare una perdita temporanea di alimentazione, di inviare periodicamente un SMS di stato ad uno o più utenti e indicare l'intensità del segnale GSM.

Le caratteristiche tecniche del dispositivo sono riassunte in tabella 1.

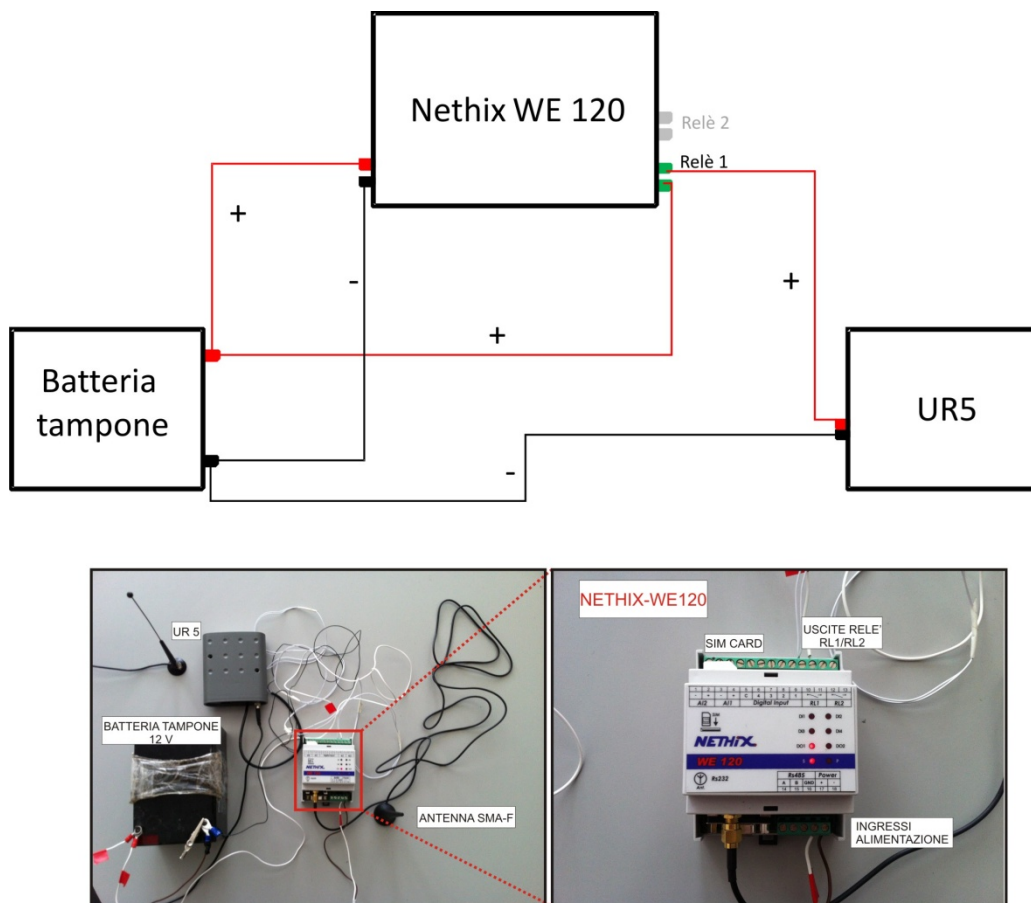
Relativamente alla problematica di nostro interesse, ovvero il miglioramento delle prestazioni di trasmissione dati in tempo reale di una stazione sismica, il Nethix WE120 è stato testato e successivamente installato in sito con successo con lo scopo principale di effettuare l'operazione di *reboot* del router UR5 da remoto. Nonostante le buone prestazioni in termini di velocità di trasferimento dei dati (velocità di trasferimento dati in download fino a 3.6 Mbit/s e fino a 384 Kbit/s in upload), la convenienza economica rispetto ad altri sistemi di trasmissione e la semplice logistica di installazione, l'UR5 periodicamente (con frequenza *random*) va in blocco a causa di problemi a livello hardware/elettronico non ancora chiariti. Questo tipo di difficoltà fa sì che la trasmissione dei dati sismici venga interrotta. In questi casi il ripristino della trasmissione dati avviene esclusivamente a seguito di un *reboot* dell'UR5 eseguito o manualmente da un operatore staccando e riattaccando il cavo dell'alimentazione o inviando un sms di *reboot* direttamente al router (previa corretta configurazione). Va sottolineato che quest'ultima soluzione, a parità di configurazione dei routers UR5, ha funzionato in modo sistematico solo per alcuni di essi. Il blocco della trasmissione, come descritto nel paragrafo precedente avrà, a seconda dell'acquisitore utilizzato, differenti conseguenze: in caso di utilizzo di Reftek-130 se il periodo di interruzione sarà prolungato (solitamente oltre 1h) la stazione andrà in blocco (causa saturazione della RAM) e i dati verranno irrimediabilmente persi, in caso di GAIA2 se il tempo di interruzione non è troppo prolungato il buffer dell'acquisitore consentirà il recupero dei dati. Questo tipo di inconveniente ha fatto sì che dal 2011 (periodo di inizio installazione dei router UR5) a metà 2013 (inizio di installazione dei Nethix WE-120) il personale tecnico della sezione di Milano ha dovuto effettuare un numero rilevante di missioni ai siti remoti con il solo scopo di ripristinare l'UR5 e quindi la trasmissione dei dati. L'utilizzo del Nethix WE120, in grado di controllare e gestire a distanza apparati elettronici, ha rappresentato inoltre un notevole vantaggio dal punto di vista della riduzione dei costi di missione.

<b>INGRESSI/USCITE</b>	Ingressi digitali	4
	Uscite relè	2
	Ingressi	2
	[0-5V]	•
	[0-10V]	•
	[4-20mA]	•
<b>CARATTERISTICHE MECCANICHE</b>	Contenitore	4 moduli / 4 module guida DIN / DIN rail
	Dimensioni	90x70x65mm
	Peso	200 g
	Temperatura operativa	-15°C/+55°C
	Temperatura di storage	-25°C/+75°C
	Umidità	0-80% n.c.
<b>CARATTERISTICHE ELETTRICHE</b>	Alimentazione	9-32VDC 12-24VAC
	Consumo medio	150mA
	Consumo di	400mA
	CPU	32 bit
	RAM	12k
	Flash	256k
	EEPROM/FRAM	32k
<b>PORTE DI COMUNICAZIONE</b>	RS232	1
	RS485	1
	Ethernet	Optional
<b>MODEM GSM/GPRS</b>	Dual Band	
	Quad Band	•
	SMS	•
	CDS	•
	GPRS	•
<b>FUNZIONI</b>	Connettività GSM/CSD	•
	Connettività GSM/GPRS	•
	Telecontrollo SMS	•
<b>APPLICAZIONI</b>	ACQUA	•
	GAS	•
	ENERGIA	•
	DOMOTICA	•

**Tabella 1.** Caratteristiche tecniche del dispositivo di telecontrollo Nethix WE120.

## 2.1 Configurazione hardware

Prima di iniziare la procedura di configurazione del Nethix WE120 affinché svolga correttamente la funzione di interruttore tra l'alimentazione e il router UR5 è necessario dotare l'apparato di una scheda SIM abilitata alla registrazione sulla rete GSM ed eseguire un corretto collegamento tra Nethix, batteria tampone 12V e router UR5. La figura 3 mostra come il Nethix (dotato di una sim card e di un'antenna per la ricezione degli sms) è alimentato, tramite gli ingressi di alimentazione (power + e -), da una batteria tampone 12V. L'apparecchio è a sua volta collegato al router UR5 e alla batteria per mezzo delle uscite relè (morsetti indicati con le sigle RL1 o RL2 sul Nethix): ad una delle due coppie di morsetti (la RL1 o la RL2, a scelta) sono collegati il polo positivo dell'alimentazione del router (il cui polo negativo è collegato al polo negativo della batteria) e un cavo-ponte (sempre positivo) che è collegato direttamente al polo positivo della batteria.



**Figura 3.** Schema (in alto) ed esempio (in basso) di collegamenti tra il Nethix WE120, batteria tampone e UR5.

Dopo l'accensione e una fase in cui il WE120 necessita di alcuni secondi per l'inizializzazione durante il quale il led di stato (indicato con S in figura 3 a destra) lampeggia velocemente, il led power (indicato con P in figura 3 a destra) si accende. Successivamente il dispositivo esegue 5 lampeggi di sei led (indicati con DI1, DI2, DI3, DI4, DO1 e DO2 in figura 3 a destra) per indicare la qualità del segnale (maggiore se tutti e sei i led lampeggiano). Una volta terminata la fase di inizializzazione i led di stato S e power P lampeggiano mentre gli altri led indicano invece gli stati "attivo" o "non attivo" degli ingressi digitali (DI1, DI2, DI3, DI4) e delle uscite relè (DO1 e DO2). A questo punto il Nethix WE120 è pronto per essere configurato sia attraverso l'invio di sms sia attraverso un personal computer, tramite l'uscita RS232.

Per i test di laboratorio è stato scelto di configurare l'apparecchio tramite sms, scelta più comoda e veloce.

Nella figura 4 è illustrato un esempio di configurazione del Nethix per la stazione FRE8 (Fregona, TV, tabella 2) tramite sms da cellulare:

- il primo sms (NUOVO) indica che si sta configurando l'apparecchio per la prima volta. In questo messaggio viene indicato quale numero di telefono è abilitato per l'invio di successivi sms;
- il secondo sms (CONF DO) indica la sintassi di configurazione affinché il Nethix svolga la funzione di interruttore ON-OFF per un tempo stabilito dall'utente (nell'esempio 3s, 0 3);
- il terzo sms (ABILITATUTTI), facoltativo, abilita qualsiasi numero di telefono ad inviare sms di interruzione corrente;
- il quarto sms (ON 1) mostra la sintassi che permette di effettuare da remoto l'apertura del relè 1 e quindi l'interruzione di corrente al router UR5 permettendo così la sua riattivazione. Il tempo di stacco (3s) è stato stabilito con il messaggio numero 2, descritto precedentemente.

Nell'immagine sono illustrati tre ulteriori sms (ON 1) di prova eseguiti durante l'installazione del Nethix alla stazione di Fregona (7 novembre 2013) per verificarne la corretta funzionalità.



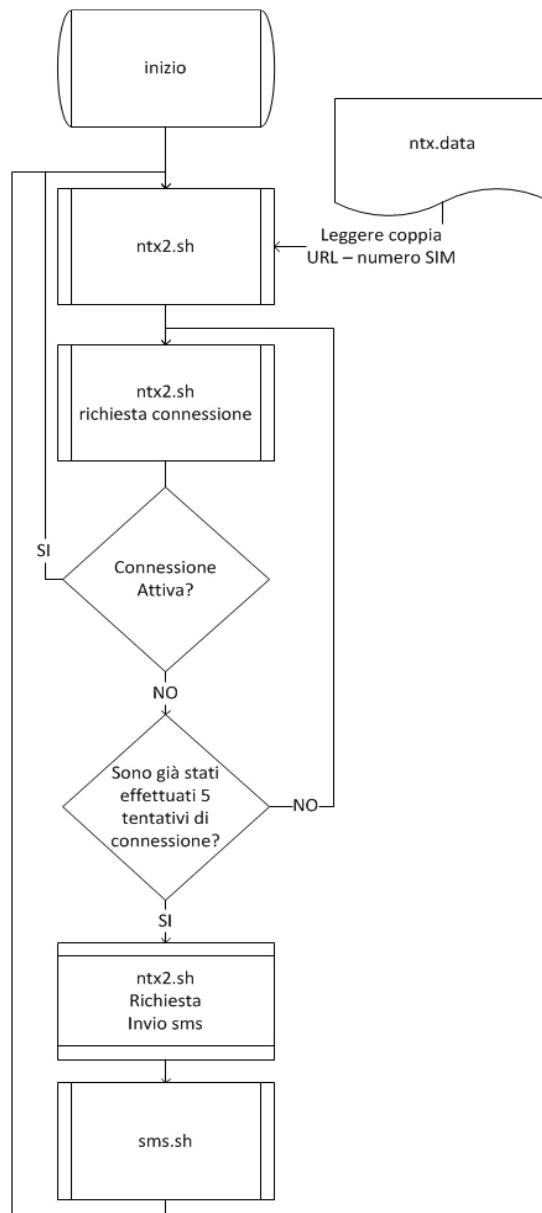
**Figura 4.** Esempio di sms di configurazione per il Nethix WE120.

## 2.2 Configurazione software

Come descritto nel precedente paragrafo l'invio di un sms al dispositivo Nethix è un mezzo molto comodo ed efficiente per ripristinare lo stato attivo di sistemi di trasmissione dati. Come detto, un buon esempio è l'accoppiamento del Nethix WE120 ai router Conel UR5 installati in molte stazioni accelerometriche del Nord Italia. Con lo scopo di ottimizzare il controllo del flusso continuo dei dati dalle stazioni remote al centro di acquisizione di Milano e l'eventuale invio di sms ai Nethix, installati in corrispondenza delle stazioni che presentano interruzioni nella trasmissione, è stato sviluppato un sistema di controllo e gestione automatica tramite l'utilizzo di alcuni bash scripts appositamente sviluppati.

Lo scopo di questo sistema è quello di verificare in automatico e ad intervalli regolari se i router UR5 installati alle stazioni accelerometriche remote sono attivi. Il test di connessione viene effettuato ogni 20 minuti (periodo scelto a priori in base al numero di stazioni che il sistema deve verificare) interrogando il router remoto tramite un port scanning NMAP (<http://nmap.org>), tool per l'individuazione di porte aperte di un host. In caso di mancata risposta, il tentativo di chiamata viene ripetuto per altre 4 volte. La non risposta alla quinta chiamata farà sì che il sistema invierà al Nethix un SMS per sospendere per pochi secondi l'alimentazione al router e permettere così il suo riavvio. Il diagramma di flusso di figura 5 illustra schematicamente la struttura del sistema di telecontrollo.





**Figura 5.** Diagramma di flusso che illustra il sistema di telecontrollo della coppia router UR5 –Nethix WE120.

Il test di connessione viene effettuato tramite lo script *ntx2.sh* indicata che implementa il diagramma di flusso descritto in figura 5; questo script utilizza il file di configurazione nominato *ntx.data* contenente l’elenco di indirizzi host (hostname alfanumerici assegnati dal DynamicDns) dei router installati presso le varie stazioni e i numeri di telefono dei relativi Nethix (figura 6) ai quali inviare l’*sms ON I* per interrompere temporaneamente il flusso di corrente elettrica all’UR5.

In particolare lo script *ntx2.sh* controlla ogni 20 minuti se la porta 80 del router è raggiungibile, ossia se l’indirizzo web del router è attivo. Il test viene effettuato sulla porta 80 del router al posto delle 18000 dell’acquisitore per non andare a disturbare il trasferimento dati. Questo polling è necessario in quanto non è previsto un operatore fisso “davanti ai monitor” di sala sismica nella sezione di Milano Il controllo è effettuato con il tool Linux NMAP (<http://nmap.org/>), questo verifica se una determinata porta di un dell’host è raggiungibile. Come sopra descritto se al quinto tentativo di chiamata la porta 80 non è raggiungibile, utilizzando le informazioni contenute in *ntx.data*, verrà inviato un sms al Nethix mediante lo script *sms.sh* (figura 5). Questo script necessita di due parametri, ovvero il numero di destinazione ed il testo dell’*sms* da inviare.

```
satel@satel12back: ~/smsgng
satel@satel12back:~/smsgng$ more ntx.data
bormrais.homelinux.net
34906
bagolino.homelinux.net
34023
mntvrais.homelinux.net
34023
zen8rais.homelinux.net
34022
fersrais.homelinux.net
34080
mdirais.homelinux.net
34080
```

**Figura 6.** Estratto del file *ntx.data*, contenente gli indirizzi degli host delle stazioni ed il numero della SIM del Nethix da contattare per il riavvio.

Lo script utilizza il tool *gnokii* (<http://gnokii.org/>), un sistema che comprende un insieme di tools e drivers per comandare un telefono cellulare o una chiavetta GSM/UMTS attraverso una connessione seriale, usb, infrarosso o bluetooth. La funzione del sistema che è stata utilizzata per l'invio di sms al Nethix è il comando *gnokii --sendsms<parametri>*. I parametri fondamentali da impostare nel file *gnokiirc* sono 3:

*port*, la porta che definisce dove è mappato il device di comunicazione, creato al momento del caricamento dei driver. I valori possono essere Bluetooth (i.e. port = aa:bb:cc:dd:ee:ff), cavo USB (i.e. port = /dev/ttyACM0), infrarossi (i.e. port = /dev/ircomm0), cavo seriale RS-232 (i.e. port = /dev/ttyS0), connessione TCP/IP (i.e. port = indirizzo\_computer:porta\_tcp); nel nostro caso la porta utilizzata sarà /dev/ttyACM0;

*model*, è il modello di telefono e si riferisce al driver che gestisce una singola famiglia di dispositivi. Per tutti i dispositivi diversi da Nokia l'unico valore disponibile è *model = AT*, mentre per telefoni Nokia si avrà il parametro relativo al modello del dispositivo; quindi si utilizzerà AT;

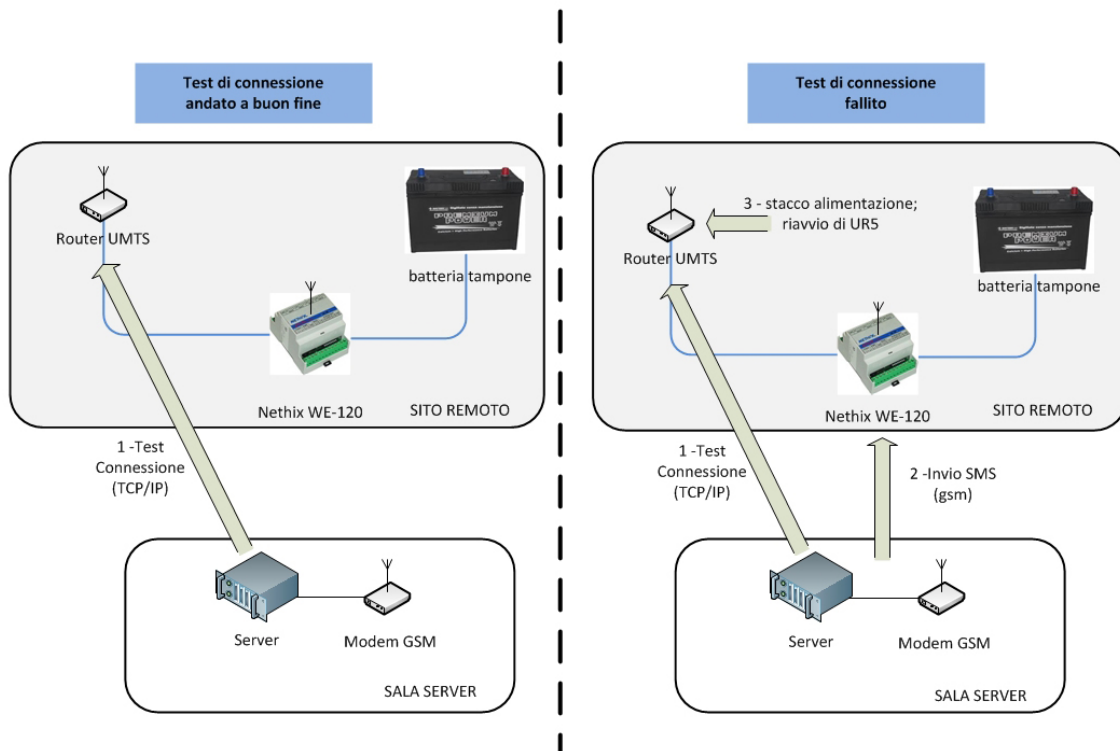
*connection*, definisce il tipo di connessione che si utilizza tra il modem (telefono o chiavetta usb) e il computer associato. I valori consentiti sono serial (connessione seriale e USB), bluetooth, tcp (connessione ethernet), irda (connessioni infrarosso) e infrared (connessioni infrarosso); la nostra configurazione prevede la connessione USB e utilizzeremo il parametro "serial".

Quando il router della stazione è raggiungibile (figura 7 a sinistra) il controllo effettuato dal sistema risulta "up", in caso contrario (figura 7 a destra) risulterà "down".

Nell'esempio di figura 8 (estratto del file *ntx.log*), si osservano per il giorno 18 febbraio 2014 quattro interrogazioni (ogni venti minuti) a quattro router di quattro stazioni di esempio: BORM, NEVI, ZEN8 e MNTV.

Per le stazione di Bormio (BORM) e San Zeno (ZEN8) il router è risultato raggiungibile alla prima chiamata (up); per la stazione di Neviano degli Arduini (NEVI) il sistema ha interrogato il router 2 volte (up 2) mentre le interrogazioni al router di Mantova (MNTV) sono state 5 e tutte fallite (down 5!!!), questo indica che il sistema invierà l'sms al Nethix il quale staccherà l'alimentazione del router permettendone il successivo riavvio.





**Figura 7.** A sinistra: test di connessione alla porta 80 del router attiva che permette quindi la trasmissione del dato sismico; a destra: test di connessione alla porta 80 del router fallita dopo 5 tentativi e conseguente invio di sms al Nethix.

```

satel@satel12back: ~/smsmng
2014-02-18 11:00:01 bormrais.homelinux.net up
2014-02-18 11:00:01 nevirais.homelinux.net up 2
2014-02-18 11:00:01 zen8rais.homelinux.net up
2014-02-18 11:00:01 mntvrais.homelinux.net down 5!!!
2014-02-18 11:20:01 bormrais.homelinux.net up
2014-02-18 11:20:01 nevirais.homelinux.net up
2014-02-18 11:20:01 zen8rais.homelinux.net up
2014-02-18 11:20:01 mntvrais.homelinux.net up

```

**Figura 8.** Estratto del file *ntx.log*: interrogazioni andate a buon fine (up) e fallite (down). A seguito del messaggio “down 5!!!” verrà inviato un SMS al Nethix.

### 3. Applicazione ad alcune stazioni accelerometriche del Nord Italia

A partire dal mese di marzo 2013 è iniziata la fase di installazione dei NethixWE120 presso alcune stazioni accelerometriche del Nord Italia. La prima installazione è avvenuta presso la stazione NEVI (Neviano degli Arduini, PR). La scelta del sito è avvenuta in modo tale da verificare per qualche mese il buon funzionamento del dispositivo in un sito caratterizzato solitamente da condizioni di campo telefonico non sempre ottimali. Verificato il buon funzionamento del sistema, a partire dal mese di giugno 2013 sono stati acquistati ed installati altri 15 dispositivi di telecontrollo Nethix WE120. Ad oggi 13 Nethix sono installati presso stazioni equipaggiate con GAIA2 e 3 con Reftek-130 (tabella 2). A titolo di esempio, in figura 9, è illustrata l’installazione completa presso la stazione FERS (Casaglia, FE).

Codice	Comune	LAT [°]	LONG [°]	QUOTA [m]	ACQUISITORE	SENSORE	DATA INSTALLAZIONE NETHIX	TRASMISSIONE
ASOL	Asolo (TV)	45,8003	11,9023	132	REFTEK-130	EPISENSOR-FBA-ES-T	07/11/2013	UMTS
BAGB	Bagolino (BS)	45,8228	10,4664	162	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	07/08/2013	UMTS
BORM	Bormio (SO)	46,4694	10,3764	126	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	08/08/2013	UMTS
BOTT	Botticino (BS)	45,5494	10,3095	162	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	13/06/2013	UMTS
CAPR	Capriolo (BS)	45,6372	9,9345	215	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T		INTERNET
CNCS	Concesio (BS)	45,6060	10,2170	126	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T		INTERNET
CTLB	Castelleone (CR)	45,2763	9,7622	60	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T		SATELLITARE
CRND	Cornuda (TV)	45,8361	12,0131	138	REFTEK-130	EPISENSOR-FBA-ES-T	06/11/2013	
EUCT	Pavia	45,2026	9,1349	82	REFTEK-130	EPISENSOR-FBA-ES-T		UMTS
FERS	Ferrara	44,9035	11,5406	141	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	13/06/2013	UMTS
FREB	Fregona (TV)	46,0156	12,3551	135	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	07/11/2013	UMTS
LEOD	Capriano del Colle (BS)	45,4582	10,1234	92	REFTEK-130	EPISENSOR-FBA-ES-T		UMTS
MDI	Monte di Nese (BG)	45,7697	9,7160	954	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	19/06/2013	UMTS
MERA	Merate (LC)	45,6725	9,4182	350	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T		INTERNET
MILN	Milano	45,4803	9,2321	125	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T		WIFI
MINTV	Mantova	45,1495	10,7897	273	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	05/08/2013	UMTS
NDIM	Novi di Modena (MO)	44,8873	10,8987	153	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	30/07/2013	UMTS
NEVI	Neviano degli Arduini (PR)	44,5834	10,3163	234	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	27/03/2103	UMTS
OPPE	Oppeano (VR)	45,3082	11,1723	231	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	25/07/2013	UMTS
ORZI	Orzinuovi (BS)	45,4056	9,9307	83	REFTEK-130	EPISENSOR-FBA-ES-T		UMTS
SANR	Sandriago (VI)	45,6400	11,6099	168	REFTEK-130	EPISENSOR-FBA-ES-T	06/11/2013	UMTS
TREG	Tregnago (VR)	45,5229	11,1606	186	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	25/07/2013	UMTS
VOBA	Vobarno (BS)	45,6429	10,5040	292	REFTEK-130	EPISENSOR-FBA-ES-T		UMTS
ZENB	San Zeno di Montagna (VR)	45,6378	10,7319	183	GAI A2	EPISENSOR-FBA-ES-T	01/08/2013	UMTS
ZOVE	Zovencedo (VI)	45,4536	11,4876	213	REFTEK-130	EPISENSOR-FBA-ES-T	17/10/2013	UMTS

**Tabella 2.** Le 25 stazioni accelerometriche installate in Italia settentrionale e gestite da INGV Milano. Le 16 stazioni in grassetto sono dotate di dispositivo di telecontrollo Nethix WE120.



**Figura 9.** Quadro d'insieme della stazione accelerometrica FERS installata presso il cimitero di Casaglia (FE). In alto a sinistra sono osservabili, oltre i pannelli solari (dal 17/10/2013 la stazione è alimentata a corrente continua 220V), l'antenna GSM/GPRS del Nethix (più a sinistra) e l'antenna direzionale 3G HSPDA/UMTS da15dBi ([www.theta-communication.com](http://www.theta-communication.com)) dell'UR5 (più a destra). In alto a destra si riconosce la soletta di cemento armato sul quale è ancorato l'accelerometro (protetto dal cappello verde) e la scatola contenente l'acquisitore. In basso: dettaglio della scatola contenente il dispositivo Nethix WE120, il router UR5 (alloggiati nel medesimo box), la batteria tampone e l'acquisitore GAI A2.

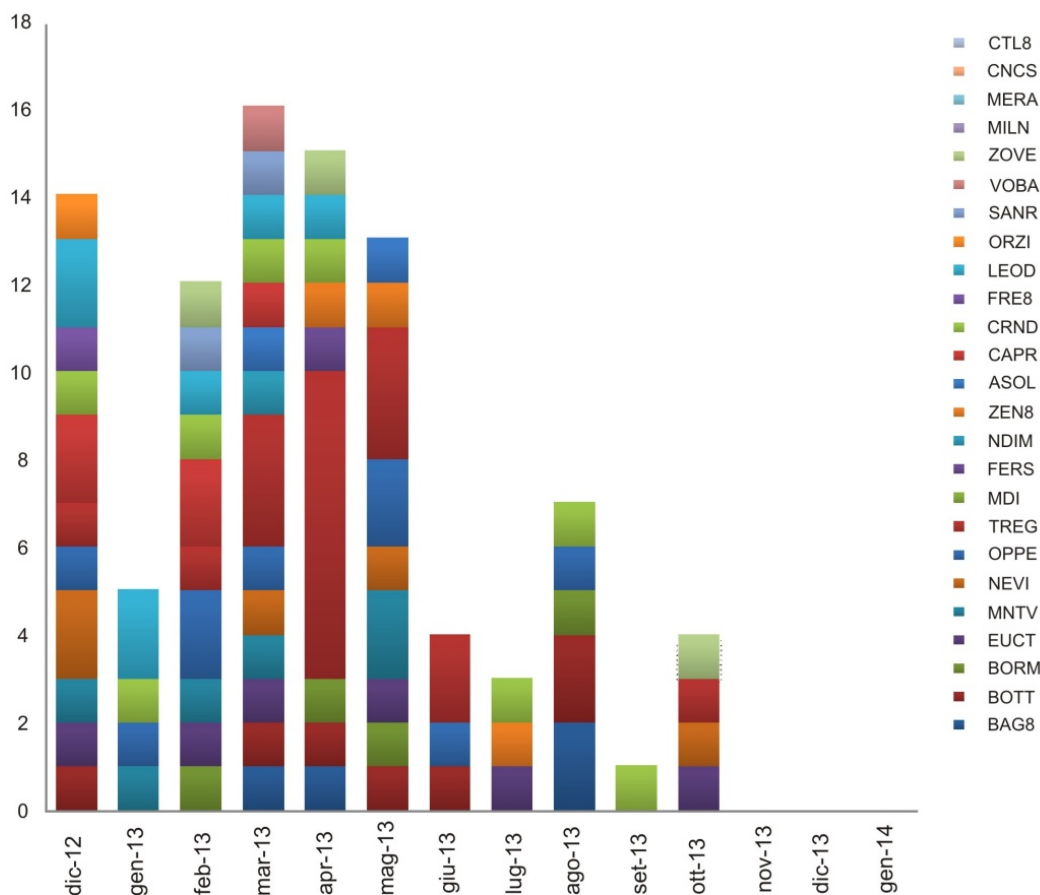
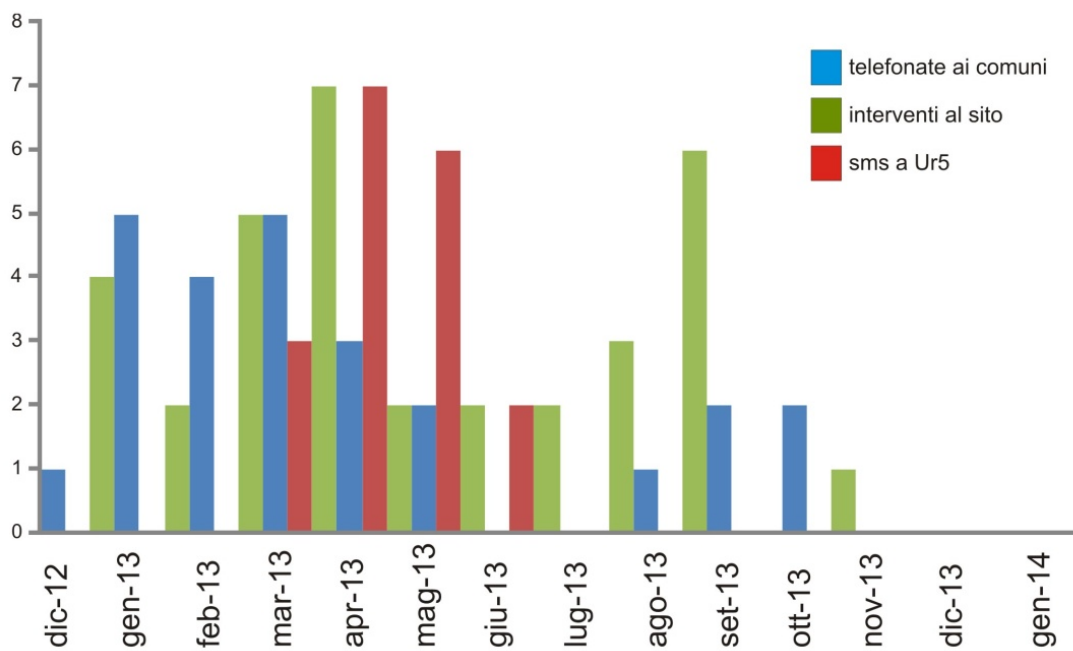
### 3.1 Test statistici giugno 2013 - dicembre 2013

Il periodo di effettiva installazione dei dispositivi Nethix (escludendo il primo test a NEVI, periodo giugno - dicembre 2013) presso sedici stazioni accelerometriche del Nord Italia ha consentito di effettuare alcuni test statistici nei quali abbiamo confrontato prima e dopo l'installazione dei dispositivi il numero degli interventi di ripristino della trasmissione dei dati. In questa fase abbiamo considerato solo le interruzioni di segnale dovute essenzialmente a blocchi del router UR5, escludendo quindi problemi tecnici all'acquisitore o di altro tipo (es. mancanza di alimentazione). Per il periodo antecedente l'installazione dei Nethix gli interventi di ripristino sono stati catalogati in tre diverse tipologie: interventi in sito da parte di personale INGV, invio sms di *reboot* direttamente al router UR5, telefonate a tecnici comunali che, in fase di installazione, avevano garantito la disponibilità di un loro intervento in caso di problemi non direttamente dipendenti da guasti alla stazione (es. ripristino di contatori di corrente elettrica a seguito di temporali).

La figura 10 in alto mostra come il numero di interventi di ripristino della trasmissione dati, considerando l'arco temporale dicembre 2012-dicembre 2013, sia notevolmente diminuito a partire da giugno 2013, in corrispondenza con l'effettivo inizio delle installazioni dei dispositivi Nethix. Gli interventi in sito necessari da parte di personale INGV (siti remoti) dovuti solo a problemi di trasmissione sono stati in totale 34, di cui 24 nel periodo dicembre 2012 - giugno 2013. Le due barre verdi nel grafico in alto di figura 10 nei mesi di luglio ed agosto sono relativi a difficoltà di trasmissione di stazioni installate in piccole località montane assai turistiche.

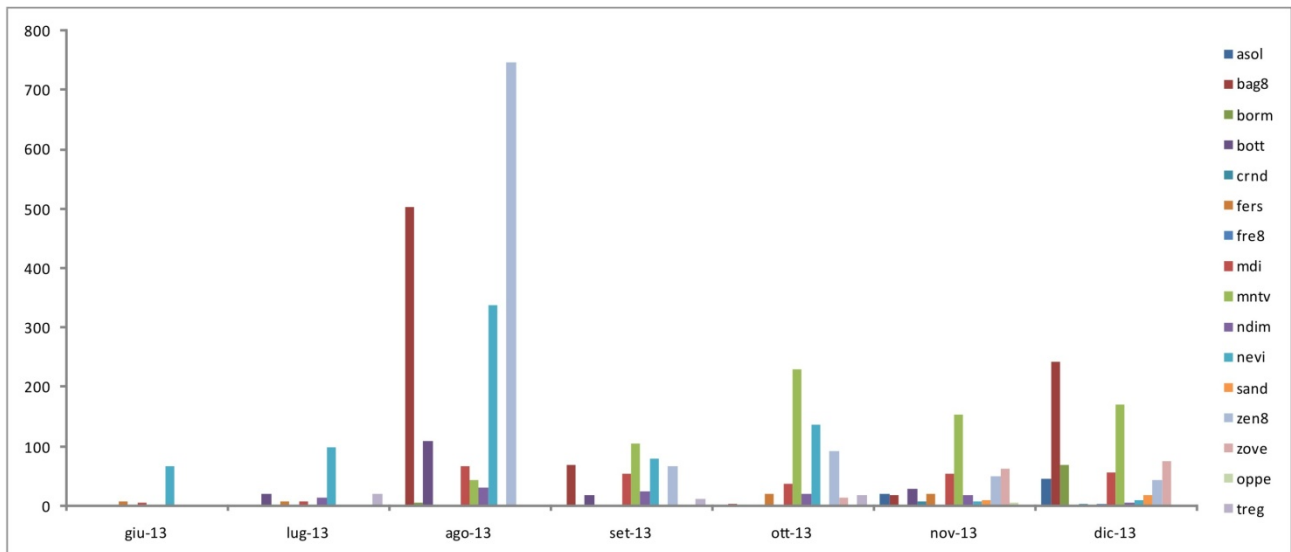
La figura 10 in basso mostra invece la somma mensile degli interventi di ripristino per tutte le stazioni effettuati nel periodo dicembre 2012-dicembre 2013: anche in questo grafico si nota come, da circa metà 2013, il numero di interventi, indipendentemente dal tipo, sia drasticamente diminuito.

Il grafico di figura 11 illustra mensilmente il numero di volte che il sistema di controllo automatico (vedi paragrafo 2.2), che verifica la connessione attiva del router UR5 presso le varie stazioni, ha dovuto inviare un sms di reboot (ON 1) al Nethix WE120 a seguito dell'irraggiungibilità del router UR5. In generale il numero di sms inviati al mese per tutte le stazioni è piuttosto basso considerando che in una giornata, con l'attuale impostazione di una chiamata di controllo all'UR5 ogni 20 minuti, il Nethix può, in caso di necessità, staccare e riattaccare l'alimentazione 72 volte. Nel mese di agosto si è registrato un numero elevato di sms inviati alle stazioni di BAG8 (Bagolino) e ZEN8 (San Zeno di Montagna), installate in piccole località montane turistiche. I problemi riscontrati a BAG8 e ZEN8 nel mese di agosto sono insiti in un sistema di trasmissione dati basato su telefonia mobile e sono semplicemente dovuti alla scarsità della banda di telefonia mobile disponibile in particolari periodi dell'anno. La barra verde per il mese di agosto osservabile nella figura 10 (in alto) è un'indicazione che talvolta la scarsità di banda disponibile ha reso necessario in ogni caso alcuni interventi in sito, nella maggior parte dei casi senza alcun successo. Per lo stesso motivo anche nel mese di dicembre si è intensificato il numero di sms al Nethix installato a BAG8.



**Figura 10.** In alto: numero di interventi di ripristino dovuti solo ad interruzioni di trasmissione delle stazioni nel periodo dicembre 2012-dicembre 2013, distinti per tipologia. In basso: i valori totali mensili degli interventi di ripristino effettuati nel medesimo arco temporale indipendentemente dalla tipologia.





**Figura 11.** Numero mensile di sms che il sistema di controllo automatico (attivo dal mese di giugno 2013) ha inviato ai Nethix WE-120 a seguito dell'irraggiungibilità dei relativi UR5.

## Conclusioni

Attualmente la sezione di Milano dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia gestisce 25 stazioni accelerometriche installate a partire dal 2006 in Pianura Padana ed aree limitrofe [Augliera et al., 2011]. Le stazioni accelerometriche sono composte da un sensore triassiale Episensor-FBA prodotto dalla Kinematics (full scale nel range  $\pm 1.0g \pm 2.0g$ ) accoppiato a due differenti tipi di acquisitori digitali a 24 bits: l'acquisitore GAIA2, prodotto dai laboratori INGV-CNT di Roma [Rao et al., 2009] e l'acquisitore Reftek-130 ([www.reftek.com](http://www.reftek.com)). Ad eccezione di 5 stazioni che inviano dati tramite collegamenti internet adsl dedicati e collegamenti WiFi, le altre 20 trasmettono i dati accelerometrici in tempo reale alla sala sismica dell'INGV di Milano sfruttando gli standard di telefonia mobile GPRS/EDGE (2G) o UMTS/HSDPA (3G).

Un sistema di trasmissione dati basato su standard di telefonia mobile è intrinsecamente caratterizzato da due punti deboli: il primo è la mancanza (parziale o totale) o la scarsità del segnale telefonico disponibile nell'area di interesse e la seconda è l'affidabilità dell'apparato di trasmissione dati.

Il primo problema, anche in corrispondenza di siti remoti, è apparso (ad eccezione di alcuni particolari giorni dell'anno) trascurabile, essendo ad oggi, perlomeno il segnale di tipo GPRS (sufficiente per la trasmissione dati) presente nella quasi totalità del territorio. In ogni caso in alcuni siti nei quali il campo telefonico non è apparso ottimale il problema è stato superato equipaggiando il router UR5 con antenne di tipo direzionale.

Il secondo problema, ovvero il blocco dell'apparato di trasmissione (nel nostro caso il router UR5) ha reso necessarie nei primi periodi di installazione delle stazioni parecchi interventi in sito per effettuare semplici operazioni di riavvio del sistema tramite spegnimento e successiva riattivazione dell'alimentazione elettrica.

Per ovviare al problema e ridurre inoltre i costi derivati dalle ripetute missioni ai siti remoti, è stato deciso di testare in laboratorio un modem GSM/GPRS quad band, il Nethix WE120 (<http://nethix.com/it/>) che permette l'attivazione e la supervisione a distanza di dispositivi e sistemi elettronici (come il router UR5) tramite invio di sms. Il Nethix WE120 è dotato di una sim card, è installato a monte del sistema di trasmissione ed è elettricamente collegato sia all'UR5 che alla batteria tampone. Quando il router UR5 è irraggiungibile a causa del blocco del sistema (se la causa è il fornitore di telefonia mobile non c'è naturalmente soluzione) viene inviato un sms al Nethix che agisce come semplice interruttore elettrico consentendo di interrompere per un tempo stabilito a priori il flusso di corrente al router, permettendone il successivo riavvio e di conseguenza il ripristino della trasmissione dei dati.

A seguito di numerosi test positivi eseguiti in laboratorio e di una prima installazione avvenuta con successo presso la stazione NEVI (Neviano degli Arduini, PR), nel mese di marzo 2013, a partire dal mese di

giugno 2013 sono stati installati, presso 15 stazioni accelerometriche del Nord Italia, i dispositivi di telecontrollo Nethix WE120.

Sia il confronto numerico del numero di interventi di ripristino a causa di interruzioni di trasmissione prima e dopo l'installazione dei Nethix WE120 nel periodo dicembre 2012-dicembre 2013 (figura 10, in alto) che la somma mensile degli interventi per tutte le stazioni effettuati nel periodo stesso (figura 10, in basso), mostrano come a partire da giugno 2013 il numero di interventi alle stazioni sia drasticamente diminuito. Considerando che l'acquisto di 16 Nethix ha comportato una spesa di circa 3,000 euro e considerando che una missione giornaliera in sito per due unità di personale richiede una spesa di circa 150 euro (costi macchina, benzina e pasti) è chiaro come il risparmio in termini di missione (oltre che di tempo) ha già consentito di ammortizzare completamente la quota spesa per l'acquisto dei dispositivi di telecontrollo.

## **Bibliografia**

- Amato A. and Mele F., (2008). *Performance of the INGV National Seismic Network from 1997 to 2007*. Annals Geophys., 51, n. 2-3, 417-431.
- Augliera P., Massa M., D'Alema, E. and Marzorati S., (2011). *RAIS: a real time strong-motion network in northern Italy*. Annals Geophys., 54, 1, 23-34.
- Cattaneo M. and Moretti M., (2011). Riassunti estesi I° Workshop Tecnico "Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell'arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico". Roma 20-21 dicembre 2010. Miscellanea INGV, vol. 10, ISSN 2039-6651.
- Di Prima S., Cappuccio P., Contrafatto D., Larocca G., Manni M., Rapisarda S., Sassano M., Scuderi L., (2011). *La Rete Sismica Permanente della Sicilia Orientale della Sezione di Catania, I Workshop Tecnico "Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell'arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico"*. Miscellanea INGV, vol. 10, 24-28, ISSN 2039-6651.
- Mazza S., Basili A., Bono A., Lauciani V., Marocci C., Mandiello A., Mele F., Pintore S., Quintiliani M., Scognamiglio L., Selvaggi G., (2011). L'acquisizione e l'analisi dei dati sismici al CNT, I° Workshop Tecnico "Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell'arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico". Miscellanea INGV, vol. 10, 108-113, ISSN 2039-6651.
- Rao S., Salvaterra L. and Acerra C., (2010). *Software per l'installazione e la configurazione della stazione sismica GAI2*. Rapporti Tecnici INGV, 130, 52 p.

**Coordinamento editoriale e impaginazione**

Centro Editoriale Nazionale | INGV

**Progetto grafico e redazionale**

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

**<http://www.ingv.it>**



**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**