

RAPPORTI TECNICI INGV

Sviluppo e configurazione di
KIT GNSS per reti geodetiche discrete e
semi-permanenti



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

507

Direttore Responsabile

Daniela VERSACE

Editor in Chief

Milena MORETTI

Editorial Board

Laura ALFONSI

Sofia BARANELLO

Carla BARNABA

Christian BIGNAMI

Simona CARANNANTE

Maria Grazia CIACCIO

Luca COCCHI

Luigi CUCCI

Lorenzo CUGLIARI

Alessia DI CAPRIO

Roberto DI MARTINO

Domenico DI MAURO

Domenico DORONZO

Filippo GRECO

Alessandro IAROCCI

Mario MATTIA

Daniele MELINI

Anna NARDI

Lucia NARDONE

Marco OLIVIERI

Arianna PESCI

Pierangelo ROMANO

Paola SBARRA

Davide SCAFIDI

Maurizio SOLDANI

Sara STOPPONI

Umberto TAMMARO

David ZULIANI

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.173 | 2014, 23 LUGLIO

© INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Presidente INGV

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma

Tutti i diritti riservati

www.ingv.it



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

RAPPORTI TECNICI INGV

Sviluppo e configurazione di KIT GNSS per reti geodetiche discrete e semi-permanenti

Development and configuration of a GNSS KIT for temporary and semi-permanent geodetic networks

Mirko Iannarelli^{1,*}, Andrea Terribili¹, Simona Miccolis²

¹INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Nazionale Terremoti

²INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Roma 1

*Corresponding author

Accettato 2 ottobre 2025 | Accepted October 2, 2025

Come citare | How to cite Iannarelli, M., Terribili, A., Miccolis, S. (2026). Sviluppo e configurazione di KIT GNSS per reti geodetiche discrete e semi-permanenti. *Rapporti Tecnici INGV*, 507, 40 pp. <https://doi.org/10.13127/rpt/507>

In copertina Stazione GNSS CASA | Cover CASA GNSS Station

507

INDICE

Riassunto	7
Abstract	7
Introduzione	8
1. Costruzione del KIT geodetico base	8
1.1 Layout dei componenti	9
1.2 Installazione dei connettori	10
1.3 Collegamenti elettrici	11
2. Varianti del KIT Geodetico	14
2.1 KIT con telemetria	14
2.1.1 Telemetria via cavo	15
2.1.2 Telemetria wireless	18
2.2 KIT con batteria litio (LiFePO_4)	19
3. Test	20
3.1 Test di temperatura (stress test)	20
3.1.1 Temperatura Vs Colore	20
3.1.2 Temperatura a sistema acceso Vs sistema spento	21
3.2 Test assorbimento	23
3.2.1 Test in laboratorio	23
4. Casi studio	24
4.1 KIT geodetico base	24
4.2 KIT geodetico con telemetria wireless	25
4.3 KIT geodetico con telemetria via cavo	26
4.4 KIT geodetico con batteria litio (LiFePO_4)	26
5. Considerazioni finali	27
Bibliografia	27
Sitografia	28
Appendice	29
I. Configurazione dell'interfaccia "WRD" (Guida sintetica)	30
i. Registrazione sul portale	30
ii. Modifica dei parametri di <i>default</i> sull'interfaccia	33
II. Configurazione del modulo TP-LINK TL-WR802N (Guida sintetica)	35
i. Registrazione sul portale	35
ii. Impostazione della modalità di utilizzo	36

Riassunto

Il seguente rapporto tecnico illustra la realizzazione di un KIT pensato per poter essere pronto all'uso e disponibile in laboratorio per attività di campagna, studio e monitoraggio. Questo KIT si presta bene all'utilizzo in differenti tipologie di campagne di misure con strumentazioni di vario tipo, apportando piccole modificazioni alla tipologia di strumentazione installata. Nel dettaglio, in questo volume, presentiamo un KIT pensato per stazioni semi-permanenti nel caso di utilizzo su reti di controllo per il monitoraggio discontinuo delle deformazioni [Galvani et al., 2023]. L'obiettivo prefissato è quello di realizzare un KIT pratico e versatile, che sia di facile utilizzo in campagne di misura geodetiche su reti discrete, ormai presenti su tutto il territorio italiano e quindi soggette differenti condizioni di lavoro. Particolare attenzione è stata destinata alla parte di alimentazione, tendenzialmente fotovoltaica, e a quella di trasmissione dati. Quest'ultima è fondamentale al giorno d'oggi sia per la trasmissione dei dati in real-time che per il controllo della strumentazione da remoto. Quanto illustrato è frutto dell'esperienza accumulata negli ultimi 30 anni, ovvero dalle prime campagne di misura GPS negli anni '90 in cui le reti non permanenti come, ad esempio, la CAGeoNet [Anzidei et al., 2008] erano l'unica infrastruttura esistente. Attualmente queste reti, caratterizzate da un'interdistanza tra i vertici di misura (< 10 km) notevolmente inferiore rispetto a quella di una rete permanente come la Rete Integrata Nazionale GPS (RING [Avallone et al., 2010]), possono essere sfruttate per infittire le misure, riducendo le distanze da interpolare nell'elaborazione dei dati e migliorando la risoluzione delle deformazioni superficiali sia co-sismiche che inter-sismiche [Anzidei et al., 2009; Carafa and Bird, 2016; Carafa et al., 2020]. I KIT GNSS descritti in questo rapporto tecnico sono attualmente utilizzati in Appennino centrale e sulle Isole Eolie per scopi di ricerca, tuttavia, la loro facilità di trasporto e installazione ne consente l'utilizzo anche per scopi di protezione civile. In situazioni di emergenza, come al verificarsi di forti eventi sismici, l'installazione di questi set geodetici consente di densificare le reti permanenti presenti sul territorio e osservare con maggior dettaglio i relativi effetti cosismici e post-sismici migliorandone la conoscenza.

Abstract

This technical report presents the development of a KIT designed to be ready-to-use and available in the laboratory for field activities, research, and monitoring. The KIT is well-suited for use in various types of measurement campaigns with different kinds of instruments, requiring only minor modifications about installed sensors. Specifically, this volume introduces a KIT intended for semi-permanent stations, particularly for use in control networks aimed at discontinuous deformation monitoring [Galvani et al., 2023]. The target is to create a practical and versatile GNSS set, easy to use during geodetic measurement campaigns on discrete networks, already present throughout the entire Italian territory and therefore subject to different working conditions. Particular attention has been given to the power supply, primarily photovoltaic, and to data transmission. The latter is essential nowadays both for real-time data transfer and for remote control of the instrumentation. This work is the result of experience gained over the last 30 years, starting from the first GPS measurement campaigns in the 1990s when non-permanent networks, for example the CAGeoNet [Anzidei et al., 2008] were the only infrastructure available. Currently, these networks, characterized by closely spaced measurement vertices (< 10 km) compared to permanent networks such as Rete Integrata Nazionale GPS (RING [Avallone et al., 2010]), can be leveraged to densify measurements, reducing the interpolation distances in data processing and improving the resolution of both co-seismic and inter-seismic surface deformations [Anzidei et al., 2009; Carafa and Bird, 2016; Carafa et al., 2020]. The GNSS KIT described in this technical report are currently used in Central Apennines and the Aeolian Islands for research purposes, however, their portability and ease of installation make them

suitable for civil protection purposes. In emergency situation, such as the occurrence of a strong earthquake, installing these GNSS set helps to densify the existing permanent networks and enables a more detailed observation of the related coseismic and post-seismic effects, enhancing their understanding.

Keywords Reti di monitoraggio geodetiche; Misure geodetiche GNSS Network | GNSS measurements; Geodetic KIT

Introduzione

Le reti di monitoraggio geodetiche temporanee sono progettate per aumentare la risoluzione spaziale dei punti di misura in aree di interesse scientifico o di rilevanza per la protezione civile. A partire dagli anni '90, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV, ha implementato una propria rete geodetica nazionale permanente, la Rete Integrata Nazionale GPS (RING [Avallone et al., 2010]), e ha realizzato diverse reti temporanee, come la CAGeoNet e la SAGeoNet [Anzidei et al., 2008; Sepe et al., 2009; Galvani et al., 2013; Galvani et al., 2023] che vengono attualmente utilizzate per effettuare studi di dettaglio di specifici sistemi di faglie o per analisi della deformazione crostale in Appennino centro-meridionale [Anzidei et al., 2009; Devoti et al., 2012; Cheloni et al., 2017; Carafa et al., 2020; Carafa et al. 2022]. Gli studi condotti evidenziano la necessità di ottenere dati di buona qualità, in linea con gli standard delle reti permanenti. Ne consegue che la configurazione delle singole stazioni geodetiche deve essere pianificata prestando particolare attenzione a diversi aspetti tecnici per garantire l'affidabilità e la continuità del dato. Per tale scopo è stata progettata una configurazione (KIT) costituita da componenti *standard* e di semplice utilizzo, che possa essere pratica da trasportare anche in ambienti montuosi o non facilmente accessibili. Una configurazione si compone di un sistema di acquisizione del dato e uno di alimentazione. Il primo è composto da un ricevitore GNSS doppia frequenza Stonex® SC600+ combinato con un'antenna Stonex® SA1100 [1] o Callian® VeraPhase [2], mentre il sistema di alimentazione è costituito da un regolatore di carica con relativa telemetria Western® WRM15b [3] associato ad un pannello solare con potenza nominale variabile tra 100W e 150W, completa il KIT una batteria Pb da 42Ah o 70Ah. A seguire sono illustrati i passaggi seguiti per la realizzazione di un KIT geodetico temporaneo, partendo dall'allestimento funzionale della strumentazione nella valigetta, fino alla configurazione del sistema per la trasmissione dei dati geodetici e di telemetria. Per la descrizione della strumentazione che compone le stazioni GNSS temporanee si rimanda ad un altro rapporto tecnico [Iannarelli e Terribili, 2024].

1. Costruzione del KIT geodetico base

Per la realizzazione del KIT è stato utilizzato il seguente materiale tecnico nelle quantità riportate:

- Valigetta (tipo Peli Box – vedi testo) x1
- Prolunga cavo antenna – L 350 mm x1
- Connettore circolare 4 poli da pannello (tipo Hirschmann) x2
- Cavo bipolare 1.5 mm² - L 250 mm x2
- Vite 3 mm – L 20 mm con dado x4
- Dima di foratura (vedi testo) x1
- Giravite medio a stella x1

- Giravite piccolo a testa piatta x1
- Punta 3.5 mm x1
- Punta 12.5 mm x1
- Punta 22 mm x1
- Tronchese x1
- Pinza x1
- Chiavi inglesi x2
- Trapano x1

1.1 Layout dei componenti

Il contenitore scelto per realizzare questo *KIT* è una valigetta in *Polypropylene* di colore nero, avente dimensioni esterne di 406 x 330 x 174 mm e dimensioni interne di 400 x 300 x 150 mm, con grado di protezione IP 67. Il *KIT* geodetico base è posto all'interno della valigetta ed è composto da un ricevitore GNSS e un'antenna geodetica, entrambi del marchio Stonex® [1], e un regolatore di carica della Western CO. In dettaglio, i modelli utilizzati sono rispettivamente: "Stonex® SC600+", "Stonex® SA1100" oppure "Callian VeraPhase 6000", "Western CO. WRM15 DualB" con modulo *bluetooth* aggiuntivo, per poter effettuare controlli a breve distanza.

Azienda produttrice	Modello	Componente
Stonex®	SC600+	Ricevitore GNSS
Stonex®	SA1100	Antenna GNSS
Western CO	WRM15 DualB	Regolatore di carica

Tabella 1 Descrizione sintetica delle componenti presenti all'interno del *KIT* geodetico base.
Table 1 Summary of all the components included in the geodetic base *KIT*.

La sagomatura della schiuma interna è stata decisa in modo che risulti funzionale sia nelle fasi di trasporto che in quelle di misura in sito. Servendosi del poliuretano pretagliato, fornito a corredo nella valigetta (Figura 1), sono stati definiti gli spazi per permettere il posizionamento delle apparecchiature in modo ordinato, avere una sufficiente protezione antiurto durante il trasporto e fornire sostegno ai componenti interni una volta installato il *KIT* in campagna.

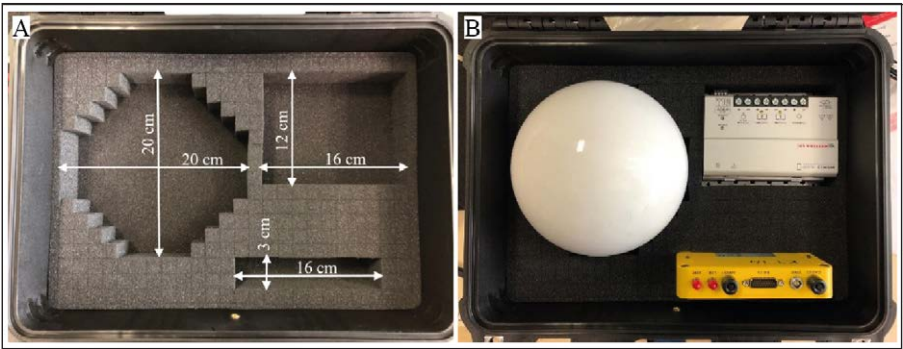


Figura 1 A) Poliuretano tagliato a misura per l'alloggiamento dei componenti, con relative dimensioni dei tagli. B) Predisposizione dei componenti nella valigetta.

Figure 1 A) Cut to size polyurethane for housing the components and its dimensions. B) Component layout within the case.

1.2 Installazione dei connettori

Dopo aver posizionato la strumentazione nei rispettivi alloggiamenti, è stata individuata la disposizione dei fori per il fissaggio dei connettori. Questi sono utilizzati per collegare i dispositivi contenuti all'interno della valigetta alle componenti esterne, quali antenna, batteria e pannello fotovoltaico. Per facilitare le operazioni di foratura in serie delle valigette, è stata realizzata una semplice dima su nastro americano (duck tape), in modo da poterla riutilizzare agevolmente per la costruzione in serie, riportando le indicazioni dei punti da forare con un pennarello indelebile. La dima è stata applicata sul lato destro della valigetta seguendo parallelamente le tre sporgenze sotto il bordo inferiore prese come riferimento indicativo (Figura 2). I fori dei connettori sono stati effettuati in corrispondenza dei punti contrassegnati sulla dima con "+", marcandoli prima a mano con un utensile (es. giravite o punteruolo) ed infine con il trapano a diverse misure.

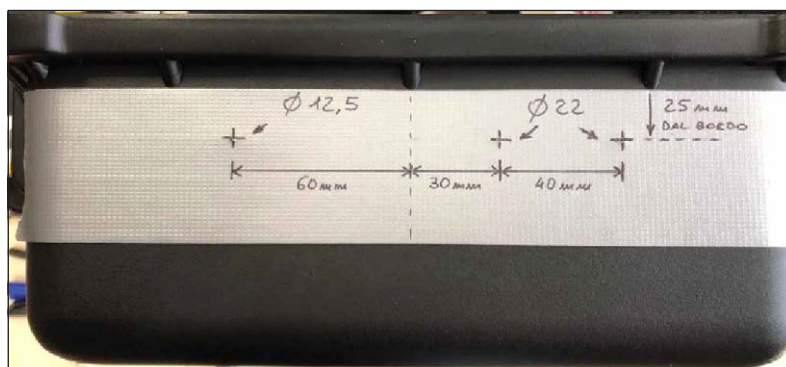


Figura 2 Dima di foratura riutilizzabile su nastro "duck tape", applicata sulla valigetta. La linea tratteggiata verticale corrisponde con il centro della valigetta. I segni "+" corrispondono ai fori da effettuare.

Figure 2 Template on "duck tape" placed on the case. The vertical line corresponds to the center of the case. The "+" markers corresponds to the holes.

Nello specifico, i connettori selezionati richiedono un diametro di foratura di 12.5 mm, per il connettore TNC e per l'antenna, e 22 mm per i connettori circolari a 4 poli, necessari per le fonti di alimentazione. Sono richiesti anche i fori da 3.5mm per le viti di fissaggio dei connettori della batteria e del pannello alla valigetta (Figura 3).

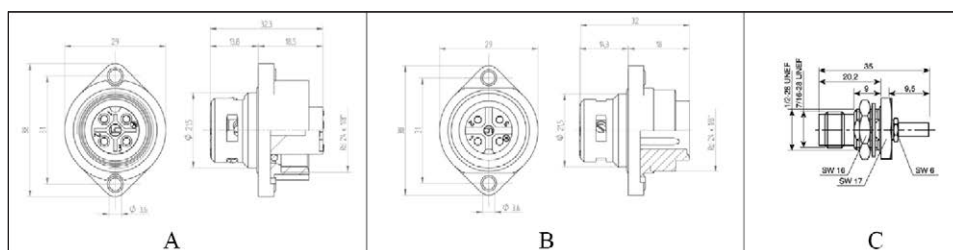


Figura 3 A) Connettore circolare femmina con fori per le viti (batteria). B) Connettore circolare maschio con fori per le viti (pannello). C) Connettore TNC (antenna).

Figures 3 A) Female connector with screw holes (battery). B) Male connector with screw holes (photovoltaic). C) TNC connector (antenna).

Terminate le operazioni di foratura, si procede alla preparazione della prolunga per il cavo antenna. Questo cavo deve essere tagliato a 35 cm, *crimpato* e inserito nel foro da 12.5 mm. Questa prolunga farà da ponte di collegamento tra il ricevitore e l'antenna esterna, conservando

l'isolamento dell'interno della valigetta rispetto all'ambiente esterno. Il dado del connettore al pannello viene serrato servendosi di due chiavi inglesi con misura 11 (Figura 4).

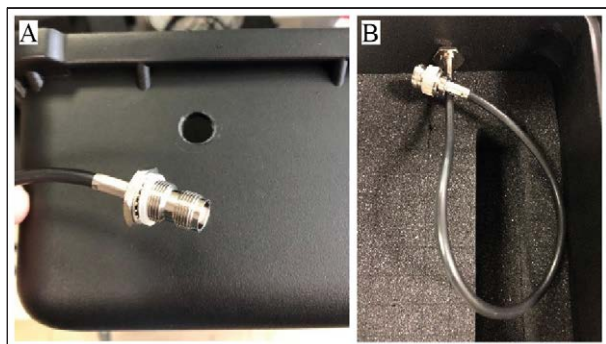


Figura 4 A) Connettore TNC con rondella e guarnizione da installare. B) Prolunga interna del ricevitore.

Figure 4 A) TNC connector with washer and gasket. B) receiver extension.

Prima di fissare i due connettori di alimentazione alla valigetta, sono stati collegati due spezzoni di cavo bipolare (circa 20 cm), spellati alle estremità ed inseriti negli alloggiamenti numerati dei rispettivi connettori. In questo caso è stata scelta la numerazione 1 = positivo (cavo rosso), 3 = negativo (cavo nero), sia per il pannello che per la batteria. Il serraggio avviene tramite le viti a testa piatta dei connettori. Terminata questa operazione, i connettori possono essere inseriti negli appositi fori e fissati con due viti ciascuno (Figura 5).



Figura 5 A) Vista generale dei connettori esterni installati (vista esterna). B) Collegamenti dei connettori alle relative prolunghe.

Figure 5 A) General view of external connectors. B) Wiring of the connectors and their extensions.

Si termina l'installazione posizionando sui connettori i relativi tappi di protezione (da utilizzare quando le apparecchiature esterne non sono connesse) ed attaccando le relative etichette per guidare le operazioni di collegamento (Figura 6).



Figura 6 Vista generale dei connettori con i relativi tappi chiusi ed etichette.

Figure 6 General view of connectors with caps and labels.

1.3. Collegamenti elettrici

I collegamenti elettrici del KIT interessano il regolatore di carica Western® WR15 con i connettori esterni. Sul regolatore vengono serrati i rispettivi cavi provenienti dai connettori

esterni, seguendo le didascalie stampate sul regolatore stesso. Questi riguardano il pannello fotovoltaico in *input* e la batteria primaria a 12V o 24V. Lo slot per la batteria secondaria resta inutilizzato in quanto è finalizzato a scopi domestici che non riguardano strettamente il tipo di applicazione qui trattato (Figura 7). Per collegare il ricevitore al regolatore di carica, definito in gergo tecnico carico (*load*), si utilizza il cavo con connettore LEMO a 2 Pin fornito dal produttore insieme al ricevitore Stonex®. Il cavo in dotazione è lungo circa 1 metro, dunque è stato necessario accorciarlo per facilitarne la logistica di trasporto. In dettaglio, il taglio è stato fatto a circa 40 cm, così da rendere il cavo sufficientemente lungo per consentire lo spostamento del ricevitore all'interno della valigetta (Figura 8). Una volta ridotto, le estremità tagliate del cavo sono state serrate nella morsettiere del regolatore di carica nello spazio indicato con *LOAD*.

NOTA: il cavo fornito dalla Stonex® è cablato al connettore LEMO con la seguente logica: CAVO BLU: POSITIVO, CAVO MARRONE: NEGATIVO. Rispettare la polarità per evitare di arrecare danni al ricevitore e/o al regolatore di carica.



Figura 7 Collegamento dei connettori al regolatore di carica. A sinistra il pannello, a destra la batteria.
Figure 7 Wiring of the connectors to charge regulator. Photovoltaic on the left, battery on the right.



Figura 8 Cavo del ricevitore con connettore LEMO, già tagliato a circa 40 cm.
Figure 8 Receiver cable with LEMO connector, cut to 40 cm.

Il regolatore di carica viene distribuito con un sensore di temperatura esterno (da utilizzare per compensare il valore di ricarica in base alla temperatura esterna) e di un modulo BLE (*Bluetooth Low Energy*) per impostare i parametri di carica. Questi si collegano al regolatore rispettivamente, con un connettore maschio "jst" a 2 pin e con un connettore "RJ11". Il modulo BLE e il sensore

di temperatura sono stati fissati ai lati della valigetta con il nastro biadesivo (Figure 9), mentre i cavetti di collegamento, poiché molto lunghi, sono stati fatti passare sotto il poliuretano ed avvolti per preservarne l'integrità ottimizzando lo spazio disponibile all'interno della valigetta (Figura 10).

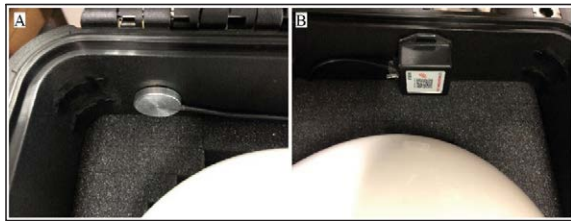


Figura 9 A) Sensore di temperatura sul lato posteriore. B) Interfaccia BLE sul lato anteriore.
Figure 9 A) Temperature sensor on the back side. B) BLE interface on the front side.



Figura 10 Predisposizione dell'interfaccia BLE, con passaggio del cavo sotto il regolatore di carica.
Figure 10 Preparation of the BLE interface with cable under the charge regulator.

Il risultato finale a lavoro ultimato è rappresentato in Figura 11. Dalla figura è possibile osservare i collegamenti da eseguire sul ricevitore. Di fatto, una volta in campagna, sarà semplicemente necessario collegare il cavo di alimentazione del ricevitore (porta PWR), la prolunga del cavo antenna (porta GNSS1) e l'antenna stilo GSM per la trasmissione dati in remoto (porta LTE). In fase di riposo, i collegamenti al ricevitore devono essere rimossi, lasciando il ricevitore nella sua sede e la valigetta può essere chiusa. In fase di misura, l'antenna GNSS deve essere estratta dalla valigetta e installata correttamente sul vertice. Sfruttando lo spazio lasciato libero in corrispondenza dell'alloggio dell'antenna, è possibile estrarre il ricevitore dal suo incavo, collegarlo agli accessori e posizionarlo in orizzontalmente sul fondo della valigetta. Lo schema dei collegamenti del KIT geodetico è rappresentato in Figura 12.



Figura 11 KIT geodetico pronto all'uso.
Figure 11 Geodetic KIT ready to use.

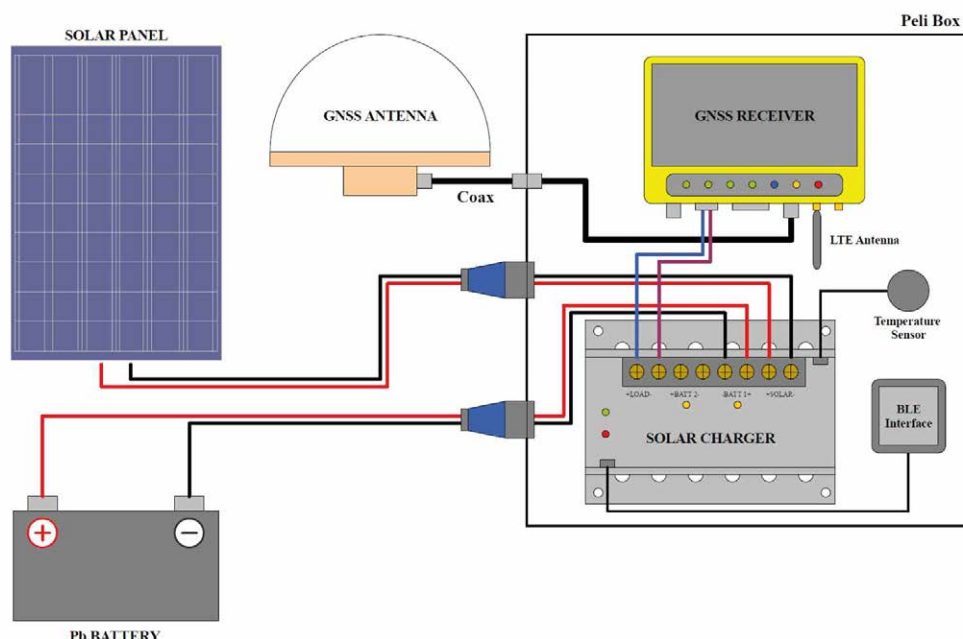


Figura 12 Schema dei componenti e dei collegamenti del KIT base.

Figure 12 Diagram of components and connections of the KIT.

2. Varianti del KIT Geodetico

Il KIT descritto in precedenza racchiude le funzioni essenziali per le campagne di misura geodetiche temporanee, e dunque un ricevitore GNSS *rugged*, concepito per l'utilizzo in condizioni sfavorevoli, un'antenna Mini Choke per ridurre il *multipath* (con relativo Dome resistente alle intemperie) e un sistema di alimentazione e di ricarica modulabile per adattarsi alla durata della campagna di misura. È possibile modificare la tensione e la capacità della batteria, così come la potenza del pannello solare, usando lo stesso regolatore di carica. Per migliorare l'efficienza logistica delle campagne di misura, sono state pensate e realizzate delle varianti del KIT base: KIT con telemetria e KIT con batteria a Litio (LiFePO_4), descritti rispettivamente nei Paragrafi 2.1 e 2.2.

2.1. KIT con telemetria

Il KIT base, può inviare solo i dati inerenti alla parte geodetica, ma non i parametri di alimentazione. Questi parametri risultano molto utili quando una stazione viene installata in luoghi impervi e di non facile accesso, dove monitorare l'insolazione e la curva di carica/scarica della batteria in tempo reale diventa di fondamentale per il corretto svolgimento della campagna di misura. Per trasmettere questi parametri (insolazione, corrente alla batteria, corrente al carico, temperatura, energia totale, ecc.) è stata scelta un'interfaccia in grado di acquisire questi dati direttamente dal regolatore di carica (mediante collegamento EIA-RS485) e di trasmetterli ad un cloud sfruttando il collegamento *ethernet* o *wireless* del ricevitore. L'interfaccia in questione è la "Western Co® - mod.WRD" [4], con la quale la casa produttrice mette a disposizione (tramite registrazione) il server per la ricezione dei dati che potranno essere monitorati da remoto in qualsiasi momento. L'utilizzo della telemetria (Figura 13) permette di effettuare una diagnosi preliminare su eventuali mal funzionamenti; infatti, ad esempio campagne di misura effettuate

durante la stagione invernale possono incorrere in lunghi periodi di mal tempo, mettendo in crisi il sistema di alimentazione solare.



Figura 13 Grafici relativi al KIT-06 installato presso il vertice MROT nella zona dell'Aremogna Cinquemiglia. La produzione di energia fornita dal pannello è indicata in verde, in giallo la ricarica della batteria e in blu la tensione della batteria.

Figure 13 Charts related to KIT-06, installed on MROT vertex in the Aremogna-Cinquemiglia area. The energy production provided by the panel is shown in green, the battery charging in yellow, and the battery voltage in blue.

In Figura 13 sono riportati i grafici che mostrano la perdita di dati avuta per due giorni a cavallo del 24 dicembre 2024 presso una stazione installata nella zona dell'Aremogna (Abruzzo). Grazie alla lettura dei grafici di temperatura, voltaggio batteria e potenza del modulo fotovoltaico, questa può essere facilmente attribuita al persistente maltempo e a precipitazioni nevose. Le due metodologie implementate per la trasmissione della telemetria sono riportate di seguito.

2.1.1 Telemetria via cavo

Il ricevitore GNSS è provvisto, sul lato anteriore, di un'interfaccia seriale con connettore DB26 per il collegamento di accessori esterni. Sfruttando la possibilità di inviare pacchetti dati da questa interfaccia seriale al trasmettitore LTE (Long Term Evolution) integrato del ricevitore, è stata predisposta una comunicazione ethernet (funzione implementata da Stonex® servendosi di alcuni pin del connettore) dal modulo di telemetria WRD al connettore DB26 e viceversa (Figura 14).

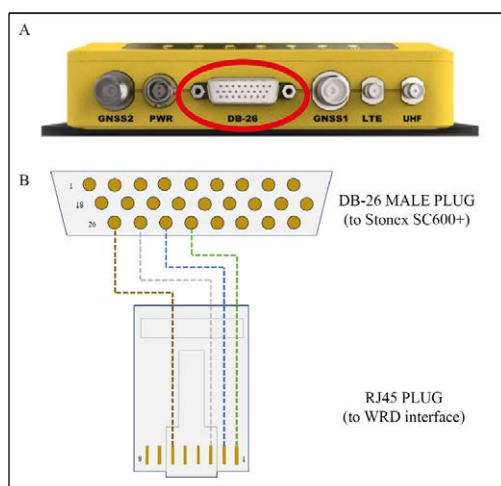


Figura 14 A) Connettore femmina DB26 sul ricevitore Stonex® SC660+ (evidenziato in rosso); B) Collegamenti da eseguire dal cavo DB26 (lato ricevitore) al connettore RJ45 (lato WRD).

Figure 14 A) DB26 Female connector on the receiver Stonex® SC660+ (highlighted); B) Connections to be made from the DB26 cable (receiver side) to the RJ45 connector (WRD side).

Grazie al cavo con connettore maschio DB26 (incluso con il ricevitore) è possibile collegare l'interfaccia WRD con il ricevitore attuando una semplice modifica. In pratica, poichè l'interfaccia WRD dispone di un connettore *ethernet* per la comunicazione dati, è sufficiente utilizzare solo il lato DB26 del cavo, tagliare l'altra estremità e *crimparla* con un connettore RJ45 (che andrà poi connesso all'interfaccia WRD) per avviare la comunicazione.

Sinteticamente, le componenti utilizzate (Figura 15A) per effettuare questa modifica sono:

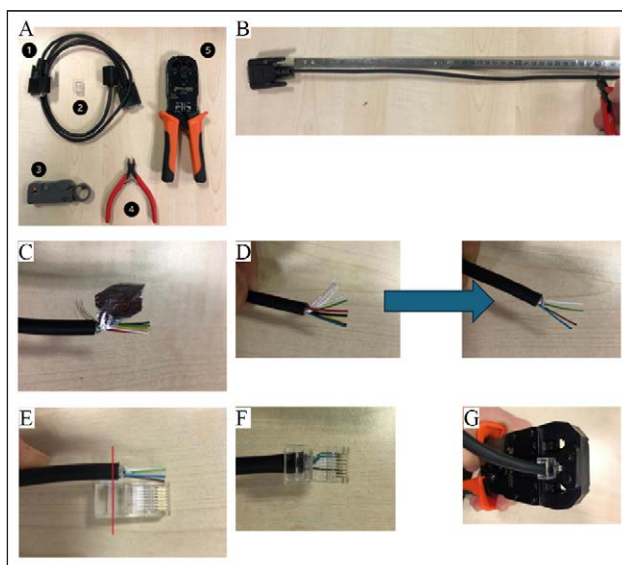
- Cavo DB26-RS232 (1)
- Connettore RJ45 maschio (2)
- Spella fili (3)
- Tronchese (4)
- Crimpatrice per RJ45 (5)

Di seguito sono riportati i passaggi effettuati:

1. Misurata la lunghezza del cavo a circa 40 cm partendo dall'estremità DB26 (Figura 15B)
2. Sguainata circa 2 cm l'estremità del cavo per rimuovere la calza, la schermatura e la corda (Figura 15C)
3. I cavi da collegare sono: verde, blu, bianco, marrone; quelli superflui: rosso, nero, giallo vengono tagliati (Figura 15D)
4. Accorciati i cavi colorati tenendo presente lo spazio di *crimpatura*, l'inizio della guaina deve ricadere sopra il solco di pressione del connettore RJ45 e l'estremità dei cavi deve ricadere sotto i contatti dorati (Figura 15E)
5. Importante posizionare i cavi nel connettore rispettando lo schema di connessione (Figura 13B e Figura 15F)
6. Il *crimpaggio* avviene tramite una pinza dedicata (Figura 15G)

Figura 15 A) Materiale per la modifica del cavo; **B)** Riduzione del cavo a circa 40 cm; **C)** Cavo grezzo sguainato; **D)** Eliminazione delle componenti superflue del cavo; **E)** Riferimenti sul connettore per la *crimpatura*; **F)** Indirizzamento dei 4 cavi nelle guide del connettore RJ45; **G)** *Crimpatura* del connettore RJ45.

Figure 15 A) Tools to modify the cable; **B)** Cropping of the cable approx. 40 cm; **C)** Raw cable without sheath; **D)** Removal of superfluous parts of the cable; **E)** Crimping references; **F)** Routing of the cables in the RJ45 connector; **G)** Crimping of the RJ45 connector.



Il cavo realizzato serve per la trasmissione dati dall'interfaccia WRD al server della Western CO, con cadenza temporale a discrezione dell'utente. Il collegamento va effettuato tra il ricevitore e l'interfaccia WRD facendo passare il cavo, dalla parte del connettore RJ-45, sfruttando gli occhielli pre-forati sul lato inferiore dell'interfaccia (Figura 16A). Per la comunicazione dei parametri locali dal carica batterie all'interfaccia, il sistema necessita di ulteriori 4 cavi, sfruttando il protocollo *EIA RS-485* (Figura 16B).

Effettuati i collegamenti ed avviato il sistema, si passa all'impostazione dei parametri di trasmissione e regolazione della carica sull'interfaccia WRD. Per la programmazione dell'interfaccia, si rimanda all'Appendice I del presente rapporto e al manuale del proprietario.

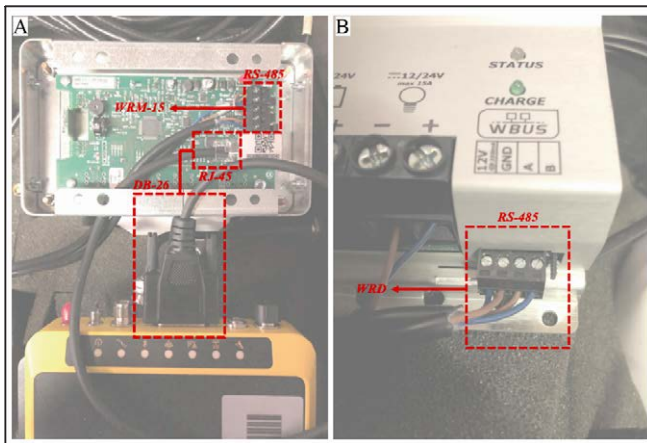


Figura 16 A) Dettaglio dei collegamenti tra ricevitore, carica batterie (WRM-15) e interfaccia (WRD); B) Collegamento del bus a 4 cavi RS-485 ai morsetti del caricabatteria.

Figure 16 A) Details of wiring between charger and WRD interface; B) Wiring of RS-485 bus to the battery charger.



Figura 17 Interfaccia WRD per la trasmissione della telemetria.

Figure 17 WRD telemetry interface.

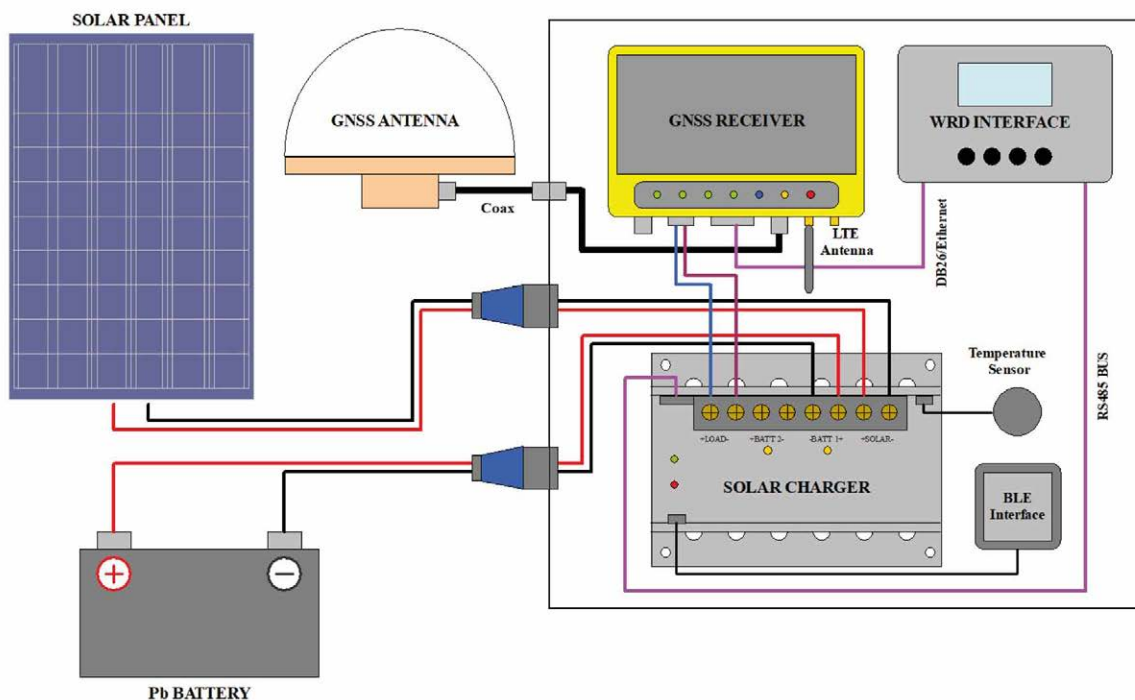


Figura 18 Schema dei componenti e dei collegamenti del KIT con telemetria cablata.

Figure 18 Diagram of components and connections of the KIT with wired telemetry.

2.1.2 Telemetria wireless

Il ricevitore dispone della funzionalità *access point*, quindi permette la condivisione della rete con dispositivi esterni tramite una connessione *internet*. Sfruttando questa funzione, la telemetria può essere connessa al ricevitore senza il connettore *ethernet* (preservando quindi uno o più cavi ethernet – DB26 per questi scopi). L'utilizzo della funzionalità *wireless* è pratico se è già presente un *KIT* geodetico base e si vuole adattare prontamente la telemetria, senza ricorrere alla modifica del cavo DB26-*ethernet*, ma presenta alcune criticità (vedi Tabella 1).

Per disporre della connessione tra l'interfaccia WRD ed il ricevitore, è necessario disporre di un *router* che faccia da ponte tra questi due componenti. Nel nostro caso è stato scelto il *nano router* modello TL-WR802N della Tp-link [5]. La scelta di questo modello è stata di natura prettamente sperimentale data la possibilità di interfacciarsi con il *modem* interno del ricevitore e di essere alimentato a 5V tramite la porta USB presente sul regolatore di carica *Western WRM15*.

Il *router* è di tipo *plug&play* e può essere utilizzato dopo una rapida configurazione tramite *app* disponibile sia *desktop* che *mobile*. Dopodiché bisogna effettuare anche la configurazione del ricevitore, tramite *browser* e predisporlo in modalità *hot-spot* disponibile nel menu *Network* accessibile tramite la sua interfaccia di configurazione [Iannarelli e Terribili, 2024]. Per la configurazione del *nano router*, si rimanda all'Appendice I del presente rapporto e al manuale del proprietario [5].

Vantaggi e svantaggi delle due configurazioni	
Telemetria cablata	Telemetria wireless
Minor consumo (nessun modulo aggiuntivo)	Maggior consumo (alimentazione del modulo)
Meno costosa (cavo di collegamento fornito)	Costo maggiore (acquisto del modulo)
Realizzazione complessa (modifica del cavo)	Configurazione facile (<i>plug&play</i>)
Configurazione del solo ricevitore	Configurazione ricevitore + modulo

Tabella 2 Confronto delle tecnologie di telemetria.
Table 2 Comparison of telemetry technologies.

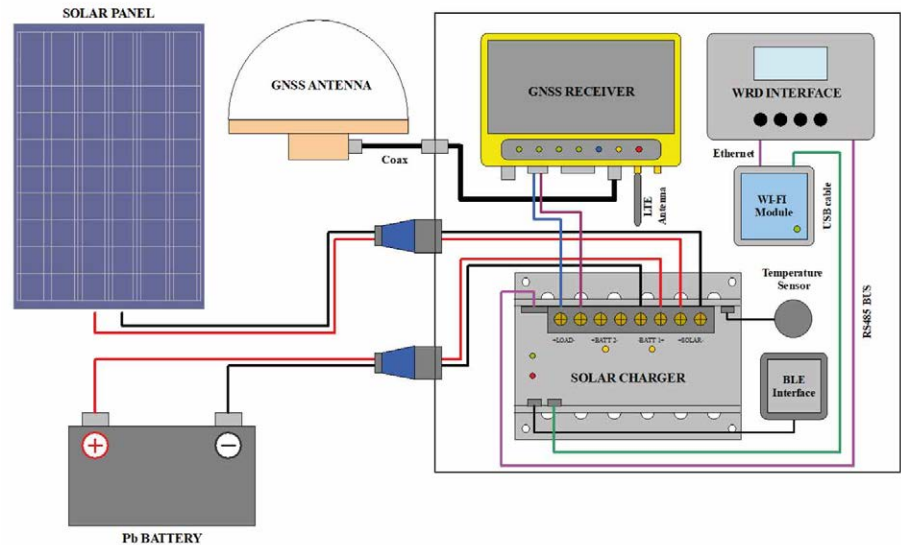


Figura 19 Schema dei componenti e dei collegamenti del KIT con telemetria wireless.
Figure19 Diagram of components and connections of the KIT with wireless telemetry.

2.2 KIT con batteria litio (LiFePO_4)

Il KIT con batteria a litio è stato concepito per agevolare il trasporto delle stazioni di misura in luoghi impervi (lontani dal mezzo di trasporto e/o con percorso non agevole), dato il peso minore e le dimensioni più compatte rispetto al KIT classico. Il KIT classico (con o senza telemetria), prevede l'impiego di una valigetta (contenente la strumentazione) e di una batteria al piombo da 42Ah o 70Ah, rispettivamente da 14 o 20 kg di peso da trasportare separatamente. Al contrario, questo KIT Litio, permette il trasporto di tutti i componenti (strumentazione e batteria) in un'unica valigetta leggermente più grande ma di peso contenuto, 12Kg (Figura 20). Le dimensioni interne minime necessarie per alloggiare tutti i componenti sono 50x35x20 cm. Dato il maggiore spazio a disposizione, oltre alla batteria, in questi KIT è stata testata l'antenna GNSS "Callian VeraPhase 6000" [5] di dimensioni leggermente maggiori rispetto alla "Stonex® SA1100" [1] utilizzata per gli altri KIT.



Figura 20 Raffronto delle dimensioni tra le due tipologie di KIT: classico con antenna Stonex® (a sinistra), litio con antenna Callian (a destra).

Figure 20 Comparison of the size between two types of KIT: classic with Stonex® antenna (on left), lithium with Callian antenna (on right).

La costruzione (Figura 21) è simile a quella del modello classico, fatta eccezione per il connettore della batteria, che non è più necessario montare sul corpo della valigetta. La batteria, infatti, viene posta direttamente all'interno e collegata al regolatore di carica tramite due cavi, mediante un interruttore volante.



Figura 21 Layout del KIT litio: 1 = batteria, 2 = interruttore, 3 = regolatore di carica, 4 = antenna Callian, 5 = connettori, 6 = ricevitore, 7 = interfaccia telemetria, 8 = modulo bluetooth e sensore temperatura.

Figure 21 Lithium KIT layout: 1 = battery, 2 = power switch, 3 = charge regulator, 4 = Callian antenna, 5 = connectors, 6 = receiver, 7 = telemetry interface, 8 = Bluetooth module and temperature sensor.

Le batterie scelte per queste stazioni sono di tipo litio-ferro-fosfato (LiFePO_4), con tensione a vuoto di 12V e capacità di 60Ah, quindi con prestazioni comparabili ma con circa il 50% di peso in meno, rispetto alla sua omologa al piombo acido. Presentano inoltre, al loro interno, un circuito

BMS (Battery Management System) che previene l'autoscarica, la sovratensione, il cortocircuito e consente la gestione ottimale delle celle per la carica/scarica, senza ricorrere a circuiti aggiuntivi a valle del regolatore di carica solare. Lo schema dei collegamenti del KIT è rappresentato in Figura 22.

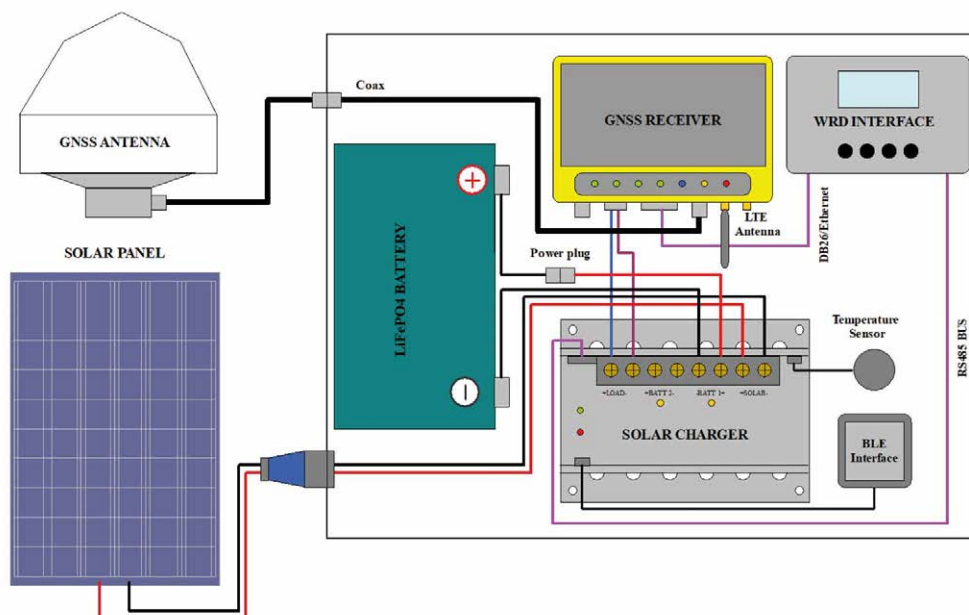


Figura 22 Schema dei componenti e dei collegamenti del KIT con telemetria e batteria a litio.
Figure 22 Diagram of components and connections of the KIT with wireless telemetry and lithium battery.

3. Test

Dopo la realizzazione di questi KIT, sono stati effettuati dei test di temperatura (*stress test*) e assorbimento per valutare le prestazioni in relazione alle caratteristiche di ciascuna configurazione.

3.1 Test di temperatura (*stress test*)

Oltre che di differente misura e tipologia, i prototipi dei KIT sono stati realizzati in differenti colorazioni esterne. I colori scelti per la costruzione dei vari KIT sono: nero, arancione e bianco. Il KIT bianco è stato ottenuto pitturando il coperchio della valigetta con una vernice *spray*, data la difficoltà nel reperire una valigetta di questo colore. Per verificare quanto il colore della custodia possa influire sulle temperature raggiunte all'interno di una valigetta esposta al sole e quindi sul riscaldamento interno dei componenti e le possibili influenze sul funzionamento generale del sistema, sono stati condotti due test.

3.1.1 Temperatura Vs Colore

Per fare questo test sono stati selezionati tre KIT, uno per colore, e sono stati disposti in un'area completamente esposta al sole per circa 72 ore. Per simulare le condizioni limite del sistema,

tutte le configurazioni testate sono state esposte dal 23 al 26 agosto, al fine di valutare le prestazioni di ciascuna in condizioni di massima insolazione (Figura 23).



Figura 23 Disposizione dei KIT (in basso) e del sistema di acquisizione (in alto) per il test di temperatura.

Figure 23 KIT (under) and datalogger (above) arranged for the temperature stress test.

Dal raffronto dei dati, in Figura 24, si evince che il colore della valigetta influisce sulla temperatura interna dove sono alloggiati gli strumenti. La differenza di temperatura risulta essere molto più marcata tra il colore nero (con un picco di 53.4°C) in confronto agli altri due colori di almeno 7 °C con sole diretto. Al contrario, non si osservano differenze significative tra le colorazioni bianco ed arancione che presentano valori simili attorno ai 46.5°C (Figura 24), di conseguenza le valigette non dovrebbero essere nere se utilizzate dalla primavera all'autunno.

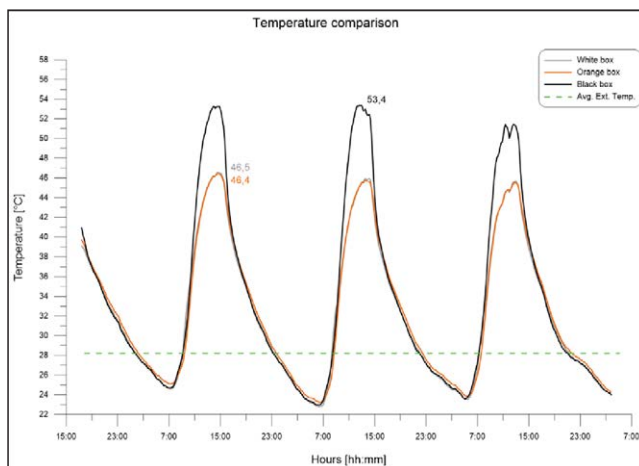


Figura 24 Raffronto delle temperature interne dei KIT sottoposti al primo test.

Figure 24 Comparison of the internal temperature of the KITs under the first test.

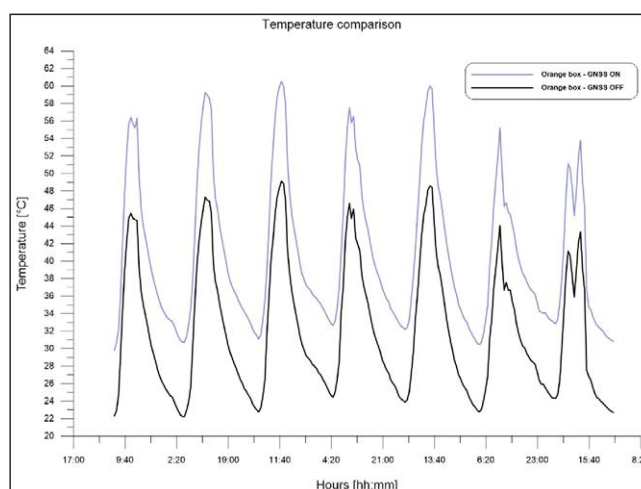
3.1.2 Temperatura a sistema acceso Vs sistema spento

Dopo aver testato l'influenza delle differenti colorazioni sulle condizioni intere dei KIT, è stato eseguito un secondo test per verificare l'influenza del calore dissipato dalla strumentazione quando il sistema è a regime, ovvero con regolatore in fase di carica, ricevitore e telemetria in acquisizione. Per questo test sono stati scelti due KIT con configurazione completa di colore arancioni in quanto sono quelli che hanno che risentono meno dell'esposizione al sole (alla stregua di quelli di colore bianco senza la necessità di pitturare il coperchio). I due KIT sono stati collocati uno accanto all'altro in un'area in piena insolazione nei giorni 27 agosto - 3 settembre. A questo punto uno dei due KIT è stato avviato, completo di batteria e pannello solare, mentre l'altro è stato lasciato spento.

Questo *test* ha evidenziato quanto il sistema in funzione influenzi la temperatura interna del *KIT*, nonostante sia stato selezionato il colore più chiaro (vedi grafico in Figura 25). A parità di condizioni, questi *KIT* raggiungono temperature a sistema acceso ($> 60^{\circ}\text{C}$) superiori a quelle raggiunte dal sistema spento nelle valigie nere (53°C). Sul mercato sono presenti diversi colori di valigette in polipropilene, come giallo arancione e rosso. La colorazione bianca è stata utilizzata come termine di paragone, ma va tenuta in considerazione la possibilità di verniciare ogni valigetta di bianco con vernici dedicate. Questo per dimostrare che scegliere un involucro di colore chiaro potrebbe risultare controproducente nei periodi più caldi dell'anno; quindi, si consiglia vivamente di impiegare quelli di colore nero solo per campagne di misura di brevi intervalli di tempo oppure se l'installazione prevede il posizionamento del *KIT* in luoghi ombreggiati o di inverno.

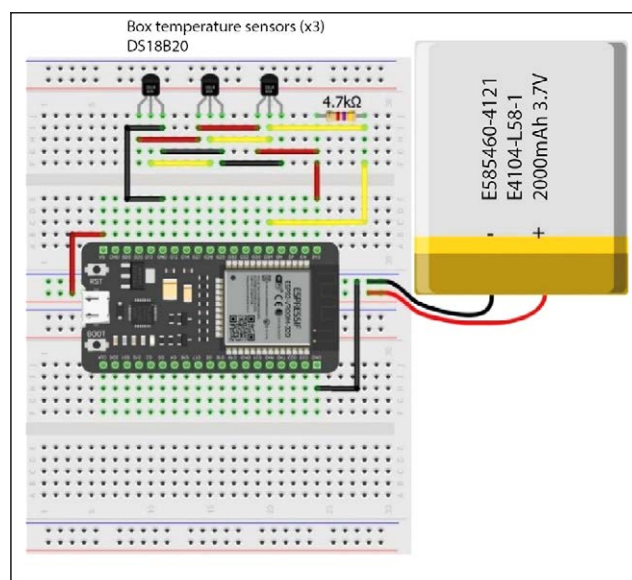
Figura 25 Raffronto delle temperature interne dei *KIT* sottoposti al secondo test.

Figure 25 Comparison of the internal temperature of the KIT under the second test.



Per la misurazione della temperatura, è stato assemblato un *datalogger*, basato su processore ESP32, con tre sensori di temperatura in parallelo (precisione $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$), un sensore all'interno di ogni *KIT*, ed una batteria di alimentazione per il tempo necessario del test (Figura 26). Questo dispositivo acquisisce ed invia i dati di temperatura ogni 10 minuti, via Wi-Fi, sulla piattaforma *Thingspeak* [6] che provvederà a creare la marca temporale ed il file .csv per il confronto dei dati.

Figura 26 Schema del datalogger usato per i test.
Figure 26 Schematic of the datalogger used for the tests.



3.2 Test assorbimento

Per determinare l'autonomia delle apparecchiature e definire il miglior dimensionamento del pacco batterie, sono state effettuate delle prove di consumo. Conoscere il consumo energetico in relazione alla configurazione scelta per la campagna di misure è fondamentale. In caso di utilizzo dei KIT geodetici senza pannello solare (adatte a campagne di misurazione settimanali) è necessario calcolare la capacità della batteria in modo da garantire un'autonomia sufficiente ed evitare lo spegnimento prematuro del ricevitore. Se si utilizza il sistema completo, è necessario dimensionare le batterie tenendo conto dei carichi accessori, oltre al ricevitore, e le perdite ad essi correlati.

3.2.1 Test in laboratorio

I test preliminari sono stati eseguiti in laboratorio, utilizzando un multimetro digitale con funzione di trasferimento dei dati, in *real time*, sul PC (Figura 27).

I test eseguiti sono:

- Ricevitore *stand alone* con acquisizione 1s
- Ricevitore *stand alone* con acquisizione 30s
- Sistema completo, con acquisizione 1s
- Sistema completo, con acquisizione 30s

I parametri settati per i test includono:

- Multimetro: 120 campioni/minuto
- Antenna GNSS: Callian Veraphase VP6000
- Costellazioni attive: GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo
- Pool del ricevitore: attivo
- Trasmettitore LTE: attivo
- Trasmissione interfaccia WRD: ogni 5 minuti (sistema completo)
- Durata dei test: 20 minuti cad

Per eseguire le misure, il multimetro è stato posto in modalità "Adc" (portata 20A) in serie all'alimentazione del ricevitore (*stand alone*) o in serie al connettore della batteria del KIT (per tenere conto dei consumi dell'intero sistema).

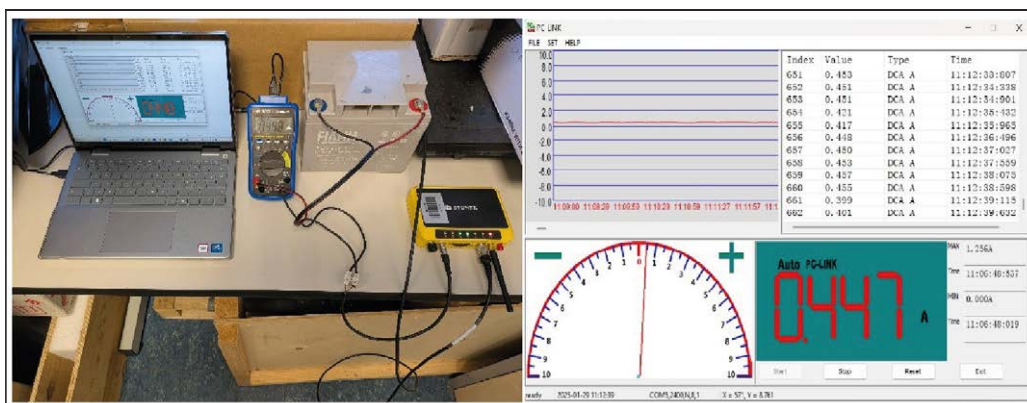


Figura 27 Test di consumo del ricevitore stand alone (a sinistra) e software utilizzato per l'acquisizione dati (a destra).
Figure 27 Consumption test of the receiver (on the left) and data acquisition software (on the right).

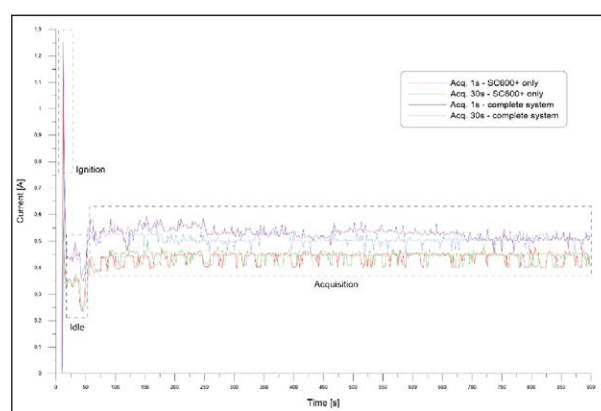
Analizzando i grafici dei consumi (Figura 28), si evince che il consumo del solo ricevitore SC600+ risulta praticamente costante, circa 420 mA, indipendentemente dalla frequenza di campionamento impostata (1s o 30s, rispettivamente curve rossa e verde nel grafico).

Pertanto, questo parametro non influisce sul dimensionamento e l'autonomia della batteria. Lo stesso vale per i consumi del sistema completo (curve blu e viola), che si attestano intorno ai 550 mA, risultando perfettamente in linea con la coppia batteria-pannello pensata per i vari modelli dei KIT geodetici.

Dai grafici si può notare che, tutte le curve di consumo, presentano una rapida fase di spunto iniziale < 1300 mA (*ignition*), associato all'attivazione del ricevitore. A questa segue una fase di quasi 1 minuto di stasi (*idle*), corrispondente alla fase di *pool* del ricevitore. Questa fase dura circa un minuto, durante il quale il sistema del ricevitore viene disattivato e riattivato, per poi eseguire la ricerca delle costellazioni GNSS. Al termine di questo processo, ha inizio l'effettiva acquisizione dati (*acquisition*).

Figura 28 Grafici delle quattro acquisizioni eseguite in laboratorio.

Figure 28 Graphic of the four acquisitions lead in the laboratory.



4. Casi studio

Di seguito sono riportati diversi casi studio che illustrano l'applicazione pratica dei nostri KIT geodetici in vari contesti, evidenziandone le caratteristiche e i benefici. Come descritto in precedenza, queste configurazioni sono pensate per campagne di misura geodetiche su reti discrete e dunque utilizzabili in molteplici ambienti e contesti.

4.1 KIT geodetico base

Il Comune di Roccacasale (AQ) è stato selezionato per ospitare una delle prime installazioni semipermanenti del KIT geodetico di base, offrendo un contesto ideale per valutarne l'affidabilità e allo stesso tempo raccogliere dati utili ai fini dello studio della deformazione intersismica nell'area Subequana [Carafa et al., 2020; Carafa et al., 2022]. Questa stazione è stata installata nell'ambito del progetto PEACE (Ricostruzione Centro Italia DL50 – Pericolosità) sul vertice geodetico nominato "CASA", che è uno dei nuovi punti di estensione della rete GNSS CaGeoNet [Anzidei et al., 2008]. Questo vertice si trova lungo il versante occidentale del Monte Morrone a pochi km dal centro abitato di Roccacasale ad una quota di circa 500m s.l.m. ed è monumentato per alloggiare un'antenna geodetica *Choke Ring* con un centramento forzato tipo 3-D [Anzidei e Esposito, 2003]. Data la sua collocazione geografica, questo KIT geodetico è sottoposto a un clima rigido con inverni nevosi ed estati calde che, unite a un clima secco, aumentano significativamente il rischio di incendi. La stazione è stata installata con la configurazione base nel marzo 2023 e da allora non ha subito modifiche o sofferto di particolari problematiche, ad eccezione di un *bug* nella scrittura dei file

binari sulla memoria esterna [Iannarelli e Terribili, 2024]. Trattandosi della configurazione base, questa stazione è composta dal ricevitore GNSS “Stonex® SC600+”, l’antenna geodetica “Stonex® SA1100” e il regolatore di carica Western CO. WRM15 DualB” con modulo *bluetooth*, il tutto contenuto nella valigetta con colorazione arancione. Attualmente questa stazione è ancora operativa con un totale di circa 770 giorni di registrazione.



Figura 29 Stazione GNSS CASA.

Figure 29 CASA GNSS Station.

4.2 KIT geodetico con telemetria wireless

Una seconda area selezionata per ospitare le prime installazioni semipermanenti, sempre nell’ambito del progetto PEACE, è quella di Roccacaramanico (PE), frazione del comune di Sant’Eufemia a Maiella, Abruzzo. Il vertice su cui è stata installata la stazione è stato rinominato “CARA”, anch’esso nuovo vertice appartenente all’estensione della rete CaGeoNet [Anzidei et al., 2008]. Lo scopo dell’installazione è lo stesso della stazione posta a Roccacasale, e dunque lo studio della deformazione inter-sismica nei volumi crostali adiacenti alla faglia del Morrone [Carafa et al., 2022]. L’area è caratterizzata da inverni particolarmente rigidi, con abbondanti nevicate, e la sua collocazione geografica, tra il versante orientale del Monte Morrone e quello occidentale della Majella, limita significativamente l’esposizione al sole durante i mesi invernali. Installata nel marzo 2023 con il KIT base, CARA ha successivamente richiesto molteplici interventi di manutenzione. Per ovviare alle difficoltà nel raggiungere il sito e migliorarne il monitoraggio da remoto, si è scelto di integrare il KIT geodetico con telemetria wireless. Questa modifica ha consentito un maggior controllo della strumentazione e in molti casi è stata d’aiuto nell’organizzare con buon anticipo degli interventi di manutenzione e nell’individuare le cause del malfunzionamento di questa stazione. Attualmente la stazione è ancora operativa con un totale di circa 570 giorni di registrazione. Misurando la temperatura per un lungo periodo di tempo è possibile apprezzare le variazioni stagionali della stessa. Purtroppo, il *client* della Western non permette visualizzazioni annuali, per questo di seguito è rappresentato il grafico del periodo settembre-dicembre (Figura 30), nel quale si può apprezzare la transizione di temperatura tipica della stagione autunnale.

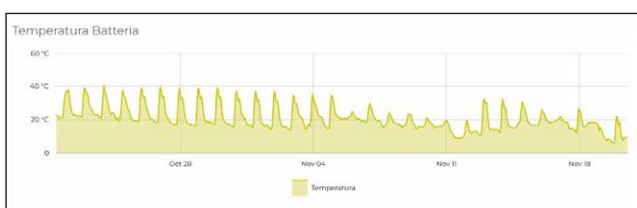


Figura 30 Grafico della temperatura stazione GNSS CARA.

Figure 30 Temperature plot CARA GNSS Station.

4.3 KIT geodetico con telemetria via cavo

Tra le aree in cui sono stati utilizzati questi KIT geodetici vi sono le Eolie in particolare le isole di Lipari e Vulcano. L'area è attualmente oggetto di misurazioni geodetiche nell'ambito del progetto CAVEAT–Pianeta Dinamico. Questo settore è caratterizzato da un clima mediterraneo che comporta estati calde e secche, con temperature che possono superare i 35°C, e inverni miti e piovosi.

Le stazioni sono state installate nel periodo di ottobre-novembre 2024 e monumentate sui vertici di Lipari (siti LCLF, LSAN, LCHV e LMRS) e di Vulcano (siti VULC e VSRC). Data la difficoltà nel raggiungere in tempi brevi questi siti, si è scelto di installare il KIT geodetico con telemetria via cavo al fine di consentirne il monitoraggio da remoto e la rapida organizzazione di opportuni interventi in caso di necessità.

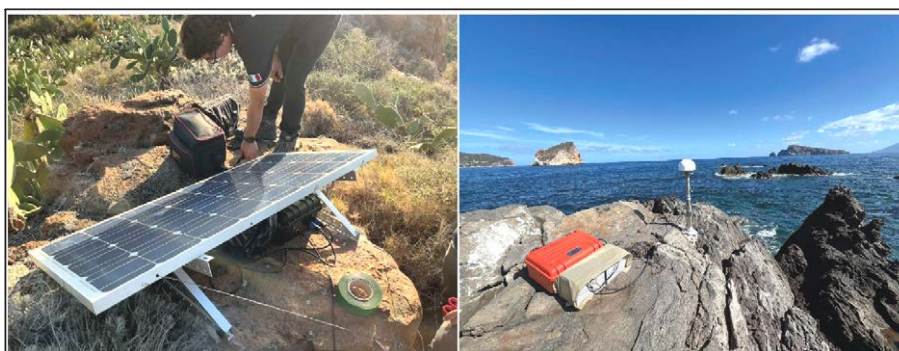


Figura 31 Stazioni geodetiche di Cala Fico - Lipari e Lisca Nera - Panarea installate nell'arcipelago delle Isole Eolie.
Figure 31 Geodetic stations of Cala Fico – Lipari and Lisca Nera – Panarea installed in Eolian Islands.

4.4 KIT geodetico con batteria litio (LiFePO_4)

Il KIT geodetico con batteria a litio integrata è stato utilizzato per una campagna di misure lungo l'area del Pollino sui vertici del POLLINO network, in modo da snellire le operazioni di installazione rinunciando quindi al pannello solare. Le campagne in oggetto hanno avuto durata settimanale più precisamente a maggio 2023 e a giugno 2024. Lo scopo delle installazioni, effettuate nell'ambito del progetto FURTHER, è quello di monitorare la deformazione asismica e i tassi regionali di deformazione lungo due importanti strutture presenti nel settore nord della Calabria [Cambiotti et al., 2020]. Questa tipologia di KIT geodetico è stata impiegata nei siti di FRAN e CROC. Difficilmente raggiungibili in auto e solo attraverso sentieri poco battuti.

Figura 32 Stazione geodetica di Francavilla Marittima (FRAN) durante la campagna di misura del POLLINO Network nel giugno 2024.

Figure 32 Geodetic station in Francavilla Marittima, FRAN, during the POLLINO Network survey in June 2024.



5. Considerazioni finali

Le reti GNSS temporanee rappresentano uno strumento fondamentale per densificare le reti geodetiche permanenti, consentendo la realizzazione di studi scientifici di dettaglio e attività di monitoraggio in aree esposte a rischi sismici e geologici. Un aspetto critico di queste configurazioni è che, rispetto ad esempio ad una rete geodetica nazionale centralizzata, queste reti temporanee sono gestite in maniera distinta, il che può comportare l'adozione di configurazioni strumentali eterogenee, influenzando sulla coerenza e sull'affidabilità del dato raccolto, ovviamente questa criticità può essere mitigata per quanto possibile da un attento lavoro preparatorio di creazione di *file log* accurati e precisi. Tali differenze sono ulteriormente accentuate dall'accessibilità limitata di alcuni siti specifici, soprattutto in condizioni di emergenza. Quanto presentato in questo lavoro costituisce dunque una valida proposta per affrontare problematiche logistiche di diversa natura, senza compromettere la qualità dei dati. Partendo da un KIT base, facile da installare in vari contesti e caratterizzato da un'elevata trasportabilità, si è proseguito ad apportare modifiche alle configurazioni al fine di ottimizzarne la continuità operativa rendendo di fatto questo KIT adattabile alle diverse necessità. I KIT sono costituiti da tutto il necessario per effettuare delle misurazioni geodetiche GNSS e consentono il controllo della strumentazione e la gestione del dato da remoto [Iannarelli e Terribili, 2024].

I test effettuati su queste configurazioni suggeriscono di scartare l'utilizzo di valigette in *Polypropylene* nella colorazione nera, a causa dell'elevato assorbimento della radiazione luminosa che ne provoca un incremento significativo della temperatura interna. È fondamentale considerare questo aspetto per evitare che la strumentazione operi a temperature superiori a quelle ottimali, prevenendo eventuali malfunzionamenti.

In termini di assorbimento energetico, i KIT geodetici realizzati presentano un moderato consumo che si attesta attorno ai 550 mA. Questi valori consentono, in caso di utilizzo con sola batteria, di poter effettuare acquisizioni in continuo per un totale di 6/7 giorni (calcolati su una batteria da 70Ah).

Per quanto riguarda la trasmissione ed acquisizione dei dati di telemetria, si è scelto di utilizzare un modello *plug&play*, a differenza della rete RING che utilizza *software* sviluppati appositamente [Castagnozzi et al., 2018], per facilitare le operazioni di configurazione e ricezione dei parametri, in contesti variabili, in una rete non permanente.

In generale, dunque, la strumentazione proposta risulta essere idonea e funzionale per gli scopi scientifici e di monitoraggio.

Per ulteriori approfondimenti sulla configurazione dei ricevitori GNSS si rimanda al rapporto tecnico [Iannarelli e Terribili, 2024].

Bibliografia

- Anzidei M., Baldi P., Pesci A., Del Mese A., Esposito A., Galvani A., Loddo F., Massucci A., Cristoforetti P., (2008). *La rete geodetica GPS dell'Appennino Centrale CA-GeoNet*. Quad. Geofis., 54, 1-43.
<https://istituto.ingv.it/images/collane-editoriali/quaderni-di-geofisica/quaderni-di-geofisica-2008/quaderno54.pdf>
- Anzidei M., Esposito A., (2003). *Linee guida per la identificazione di siti idonei alla realizzazione di stazioni GPS permanenti e non permanenti*. Rapp. Tec. INGV, 18.
- Anzidei M., et al. (2009). *Coseismic deformation of the destructive April 6, 2009 L'Aquila earthquake (central Italy) from GPS data*. Geophys. Res. Lett., 36, L17307.
<https://doi.org/10.1029/2009GL039145>
- Avallone A., Selvaggi G., D'Anastasio E., D'Agostino N., Pietrantonio G., Riguzzi F., Serpelloni E., Anzidei M., Casula G., Cecere G., D'Ambrosio C., De Martino P., Devoti R., Falco L., Mattia M.,

- Rossi M., Obrizzo F., Tammaro U., Zarrilli L., (2010). *The RING network: improvements to a GPS velocity field in the Central Mediterranean*. *Annals of Geophysics*, 53(2), 39-54. <https://doi.org/10.4401/ag-4549>
- Cambiotti G., Palano M., Orecchio B., Marotta A.M., Barzaghi R., Neri G., Sabadini R., (2020). *New Insights into Long-Term Aseismic Deformation and Regional Strain Rates from GNSS Data Inversion: The Case of the Pollino and Castrovillari Faults*. *Remote Sens.*, 12, 2921. <https://doi.org/10.3390/rs12182921>
- Carafa M.M.C., and Bird P., (2016). *Improving deformation models by discounting transient signals in geodetic data: 2. Geodetic data, stress directions, and long-term strain rates in Italy*. *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 121, 5557–5575. <https://doi.org/10.1002/2016JB013038>
- Carafa M.M.C., Galvani A., Di Naccio D., Kastelic V., Di Lorenzo C., Miccolis S., Sepe V., Pietrantonio G., Gizzi C., Massucci A., Valensise G., Bird P., (2020). *Partitioning the Ongoing Extension of the Central Apennines (Italy): Fault Slip Rates and Bulk Deformation Rates From Geodetic and Stress Data*. *J. Geophys. Res. Solid Earth* 125. <https://doi.org/10.1029/2019JB018956>
- Carafa M. M. C., Di Naccio D., Di Lorenzo C., Kastelic V., & Bird P., (2022). *A meta-analysis of fault slip rates across the central Apennines*. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2021JB023252. <https://doi.org/10.1029/2021JB023252>
- Castagnozzi A., Falco L., Cogliano R., (2018). *Upgrade del sistema di alimentazione delle stazioni sismiche/GPS e monitoraggio remoto dei parametri elettrici*. *Rapp. Tec. INGV*, 398: 1-30. <https://doi.org/10.13127/rpt/398>
- Cheloni D., et al., (2017). *Geodetic model of the 2016 Central Italy earthquake sequence inferred from InSAR and GPS data*. *Geophys. Res. Lett.*, 44, 6778–6787. <https://doi.org/10.1002/2017GL073580>
- Devoti R., Anderlini L., Anzidei M., Esposito A., Galvani A., Pietrantonio G., Pisani A., Riguzzi F., Sepe V., & Serpelloni E., (2012). *The coseismic and postseismic deformation of the L'Aquila, 2009 earthquake from repeated GPS measurements*. *Italian Journal of Geosciences*, 131(3), 348–358. <https://doi.org/10.3301/IJG.2012.15>
- Galvani A., Anzidei M., Devoti R., Esposito A., Pietrantonio G., Pisani A.R., Riguzzi F., and Serpelloni E., (2013). *The interseismic velocity field of the central Apennines from a dense GPS network*. *Annals of Geophysics*, 55(5). <https://doi.org/10.4401/ag-5634>
- Galvani A., Iannarelli M., Anzidei M., Devoti R., Esposito A., Pietrantonio G., Riguzzi F., Sepe V., & Terribili A., (2023). *GNSS Survey Networks managed by ONT*. In *Proceedings Volume Giornata ONT 2023 Rome, 14th November 2023*. *Miscellanea INGV*, 79. <https://doi.org/10.13127/misc/79/7>
- Iannarelli M. e Terribili A., (2024). *Configurazione di un ricevitore STONEX® SC600+ per l'utilizzo su reti GNSS discrete*. *Rapp. Tec. INGV*, 487: 1-26. <https://doi.org/10.13127/rpt/487>
- Sepe V., Brandi G., De Martino P., Dolce M., Obrizzo F., Pingue F., Tammaro U., (2009). *S.A.G.NET: rete GPS dell'Appennino meridionale*. *Quad. Geofis.*, 76, 1–70. <https://istituto.ingv.it/images/collane-editoriali/quaderni-di-geofisica/quaderni-di-geofisica-2009/quaderno76.pdf>

Sitografia

- [1] <https://www.stonex.it>
- [2] https://www.calian.com/advanced-technologies/gnss_product/vp6050-veraphase-full-gnss-antenna-with-l-band/
- [3] <https://www.western.it/prodotti/wrm15-dual-battery/>
- [4] <https://www.western.it/prodotti/wrd/>
- [5] <https://www.tp-link.com/it/home-networking/wifi-router/tl-wr802n/>
- [6] <https://thingspeak.mathworks.com/>
- [7] <https://myleonardo.western.it/>

APPENDICE

I. Configurazione dell'interfaccia “WRD” (Guida sintetica)

i. Registrazione sul portale

Prima di programmare i parametri nell'interfaccia, è necessario registrarsi sul portale della Western Co. “My Leonardo” [7], fornendo un *Username* ed una *Password* (Figura A.1). Da qui sarà possibile visionare tutti i parametri della telemetria trasmessi dalle interfacce WRD associate all'*account*, sia *online* che *offline* ed interagire da remoto con esse (visualizzazione dei parametri e lo storico dei dati, modifica delle impostazioni e riavvio del sistema). Il portale è fruibile sia con la versione *desktop* che con versione *APP*, disponibile su piattaforme App Store™ e Google Play™ (Figura A.1).

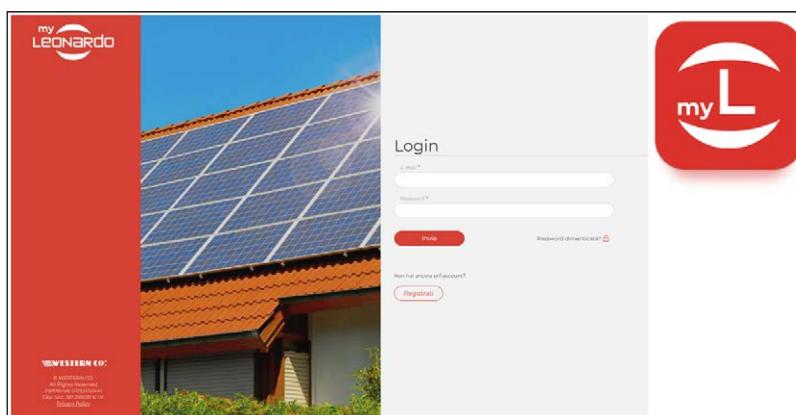


Figura A.1 Homepage del sito "My Leonardo" per la gestione dell'ecosistema Western Co. In alto a destra, logo dell'app mobile.

Figure A.1 "My Leonardo" homepage for system management. Top right, mobile app logo.

Per associare un'interfaccia all'*account*, bisogna inserire un codice esadecimale univoco, denominato dalla casa “*Plant key*” nell'area dedicata, cliccando su “aggiungi impianto” in alto a destra (Figura A.2).

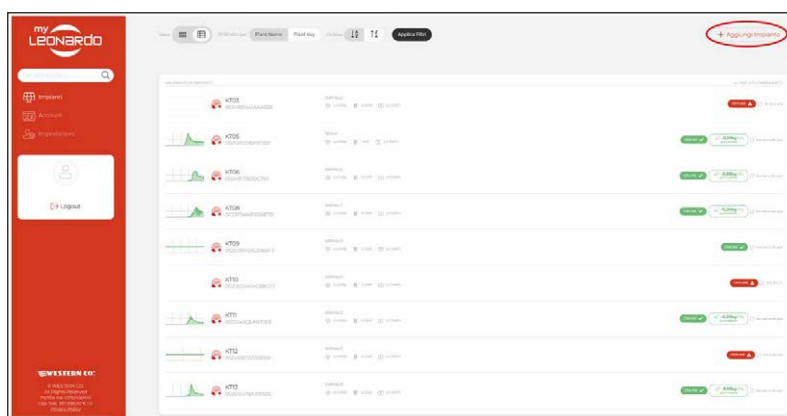


Figura A.2 Schermata delle interfacce associate all'*account*. In alto a destra, la voce “Aggiungi impianto”.

Figure A.2 Screen of the associated interfaces. At the top right, the item of “Add system”.

Nella pagina seguente (Figura A.3), inserire il codice *Plant key* a 16 cifre riportato sull'etichetta nella parte laterale dell'interfaccia.

myLEONARDO

Impianti

Account

Impostazioni

Logout

Torna indietro

Aggiungi Impianto

Plant Key

Inserisci la tua Plant Key o
genera Continuum

1

2

3

4

Plant Key

Hai un inverter di tipo W-H? Continuum

Continua

Figura A.3 Schermata per l'inserimento del *Plant key*.

Figure A.3 Screen for entering Plant key.

Dopodiché, nelle schermate seguenti andranno inseriti tutti i dati relativi all'impianto, come il sito di installazione, potenza, tipo di batteria, ecc. (Figure A.4 e Figura A.5). La schermata finale (Figura A.6) funge da riepilogo dei dati; dunque, basterà controllare che le informazioni inserite siano corrette e confermare cliccando su *"Aggiungi impianto"* in fondo alla pagina.

Figura A.4 Schermata per le coordinate del sito di installazione.

Figure A.4 Screen for site coordinates.

my LEONARDO

Impianti

Account

Impostazioni

Logout

Informazioni Tecniche

1

2

3

4

Informazioni di base

idpilot2

Numero identificativo prodotto

01

Indirizzo di rete Modbus

Nome di base

idpilot2regio00000

Indirizzo di rete Modbus

02

Operatore di rete Modbus

RAMM

Con Regio (se presente)

idpilot2

Numero di rete

00

Indirizzo di rete

☐ Presenza del cavo CAN-AC (Cavo CAN-Modbus)
 ☐ Community
 ☐ EV Charger

Numero Contatore (kW)

00

Modello

idpilot2

Nome

WESTERN CO

800.222.2222

800.222.2222

800.222.2222

Figura A.5 Schermata dei parametri elettrici dell'impianto.

Figure A.5 Screen of the electrical parameters.

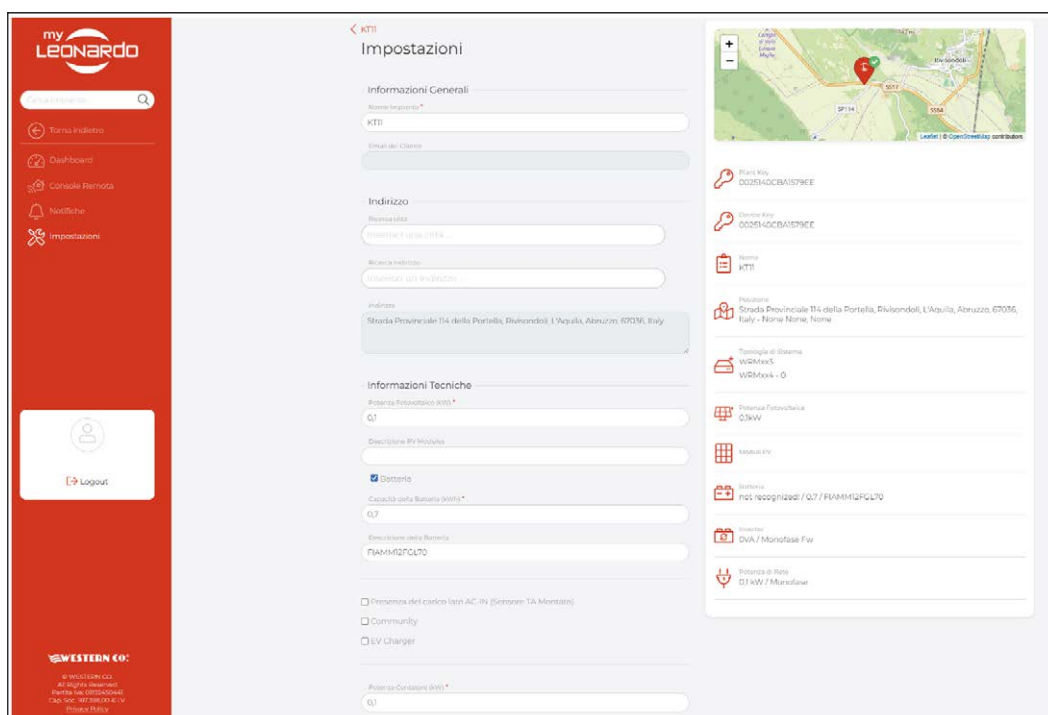


Figura A.6 Schermata di riepilogo. Cliccare su "Aggiungi impianto" in fondo alla pagina per confermare.

Figure A.6 Summary screen. Click on "add system" at the bottom of the page to confirm.

Cliccando su una delle configurazioni associate, è possibile visualizzare tutti i grafici relativi allo stato di funzionamento attuale (Figura A.7), allo storico dei dati (Figura A.8) e alla temperatura. È inoltre possibile visualizzare una rappresentazione dello schermo dell'interfaccia visualizzando i parametri acquisiti con l'ultima trasmissione, in modalità "console remota" (Figura A.9).

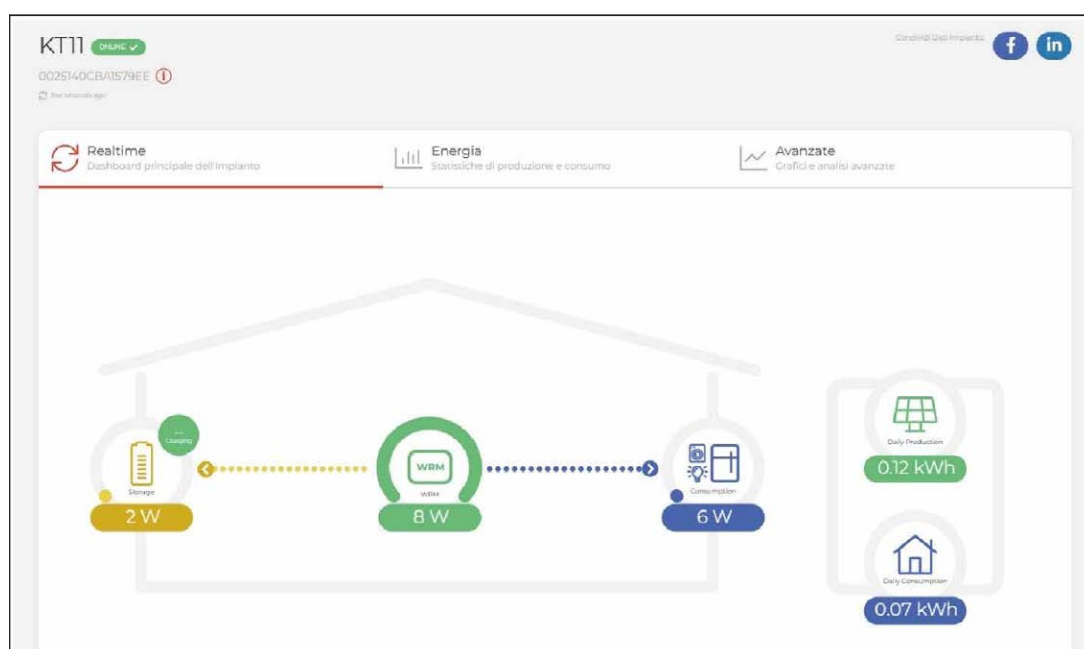


Figura A.7 Grafico principale in real-time con: produzione (in verde), ricarica batteria (in giallo) e consumo (in blu).

Figure A.7 Main graph with: production (in green), battery charging (in yellow) and consumption (in blue).



Figura A.8 Esempio dello storico dei dati: bilancio potenze (in alto) e tensione della batteria (in basso) relativi ad una settimana di accensione.

Figure A.8 One week of data history: power balance (top) and battery voltage (bottom).

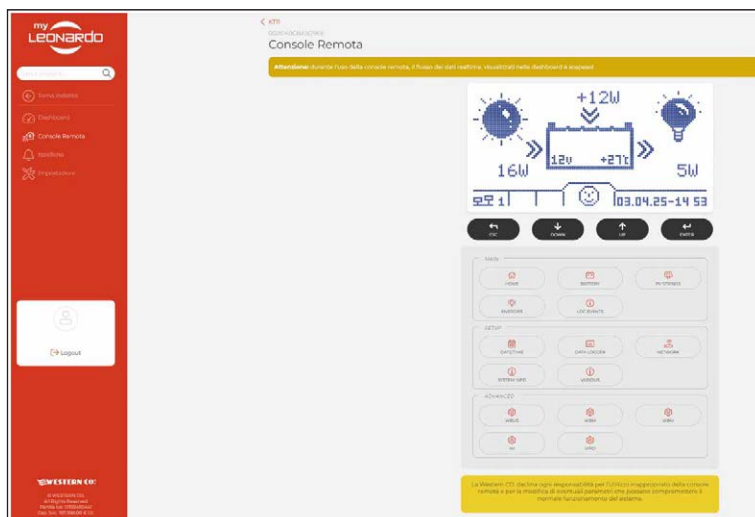


Figura A.9 Modalità console remota. Consente la visualizzazione e la modifica dei parametri come se si operasse localmente sull'interfaccia.

Figure A.9 Remote console mode. Allows for the visualization and modification of operational parameters as if operating locally on the interface.

ii. Modifica dei parametri di default sull'interfaccia

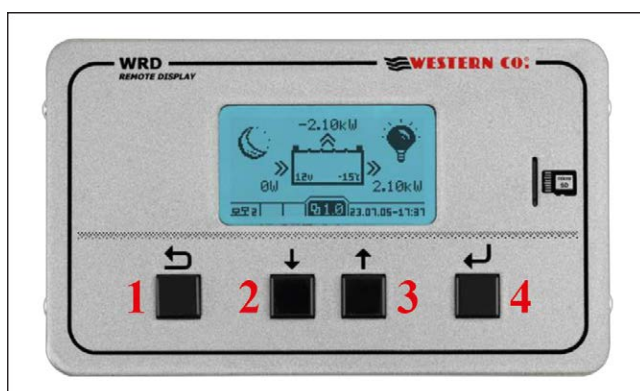


Figura A.10 interfaccia WRD con numerazione dei tasti: 1 = Esc, 2 = Navigazione su, 3 = Navigazione giù, 4 = invio.

Figure A.10 WRD interface with keys numbering: 1 = Escape, 2 = Navigation up, 3 = Navigation down, 4 = Confirm.

Per acquisire correttamente i dati dal regolatore e trasmetterli al portale, bisogna impostare dei parametri di base nella memoria dell'interfaccia. Quelli più importanti sono: il tipo di regolatore di carica connesso (in questo caso WRM-15), la tipologia di batteria da ricaricare (Pb, LiFePO4, ecc.) e i parametri di rete (per la comunicazione con il ricevitore).

NOTA: questa interfaccia è stata progettata per funzionare con il regolatore WRM-20. Alcune interfacce (con firmware più datato) potrebbero non riconoscere il regolatore WRM-15 durante la fase di *autoset* e riconoscerlo o come il regolatore "WRMduo" (modello utilizzato) o come WRM-20 (modello da 20A). Questo "bug" non pregiudica il funzionamento del sistema.

Per modificare i parametri è necessario alimentare tutto il sistema trasmettitore-regolatore-interfaccia. A questo punto, tramite la tastiera dell'interfaccia, si procede a settare le specifiche desiderate. La prima operazione da effettuare è l'*autoset* dell'interfaccia, in modo che possa riconoscere il tipo di regolatore ed il tipo di batteria, ottimizzandone la gestione. Qualora questa operazione non venga effettuata, sull'interfaccia appariranno dei messaggi di errore con il relativo *log*. Per completare questo passaggio, è necessario procedere seguendo i passi descritti nell'elenco sottostante (rif. Figura A.10):

1. Dalla schermata principale, entrare nei sottomenu premendo contemporaneamente i tasti (2) e (3) per 2 secondi
2. Arrivare al sottomenu 8.0 "WBUS CONFIG"
3. Confermare l'entrata premendo per 2 secondi il tasto invio (4)
4. Spostarsi sulla voce "Autoconf." e premere il tasto invio (4)
5. Quando verranno evidenziati i trattini "---", premere il tasto (2) fino a "RUN"
6. Confermare con il tasto invio (verrà avviata scansione delle periferiche collegate)
7. Terminata la scansione, salvare la procedura premendo per 2 secondi il tasto (2), apparirà la scritta "SAVING..."
8. Uscire dal sottomenu premendo il tasto Esc (1)

Terminato l'*autoset*, si passa ad impostare i parametri di carica e mantenimento batteria (a seconda del tipo di batteria collegata). Durante la procedura di *autoset* la batteria viene riconosciuta automaticamente, ma può essere utile, a seconda del tipo di utilizzo, variare i *preset* di carica. Per effettuare queste modifiche, procedere come riportato di seguito (rif. Figura A.10):

1. Dalla schermata principale, entrare nei sottomenu premendo contemporaneamente i tasti (2) e (3) per 2 secondi (se si è già nel menu, saltare questo punto)
2. Arrivare al sottomenu 7.0 "SYSTEM"
3. Confermare l'entrata premendo per 2 secondi il tasto invio (4)
4. Spostarsi con i tasti di navigazione (2) o (3) sul parametro da modificare
5. Premere il tasto invio (4) per abilitare la modifica
6. Spostarsi con i tasti di navigazione selezionando il *preset* desiderato
7. Confermare con il tasto invio (4)
8. Premere per 2 secondi il tasto invio per salvare. Apparirà la scritta "SAVING..."
9. Uscire dal sottomenu premendo il tasto Esc (1)

L'ultima operazione fondamentale da effettuare è la modifica dei parametri di rete e l'abilitazione alla trasmissione dati. Utilizzando il ricevitore Stonex® SC600+ è consigliabile disabilitare la funzione DHCP ed immettere un IP statico per l'interfaccia (concorde con il gateway immesso sul ricevitore). Le voci IP *address*, *Subnet mask*, *Gateway*, *PrimDNS* e *SeconDNS* sono modificabili a blocchi di tre, una per volta, usando i tasti di navigazione. I parametri di fabbrica di tutti gli indirizzi partono da 255.255.255.255. Procedere come riportato in dettaglio (rif. Figura A.10):

1. Dalla schermata principale, entrare nei sottomenu premendo contemporaneamente i tasti (2) e (3) per 2 secondi (se si è già nel menu, saltare questo punto)
2. Arrivare al sottomenu 7.3 "NETWORK"
3. Confermare l'entrata premendo per 2 secondi il tasto invio (4)
4. Arrivare alla voce "Enable DHCP"
5. Premere il tasto invio (4)
6. Spostarsi con i tasti (2) e (3) e selezionare "OFF"
7. Premere il tasto invio (4)
8. Spostarsi con il tasto (3) fino alla terna di numeri da modificare
9. Confermare con il tasto invio (4). Verrà evidenziata la terna di numeri
10. Scorrere con i tasti (2) e (3) fino al numero da immettere e premere il tasto invio (4). per abilitare la modifica (es. 255 → 192)
11. Spostarsi sulla terzina successiva da modificare
12. Ripetere dal punto 8 per le successive terne da modificare (fino a "SecondDNS")
13. Premere per 2 secondi il tasto invio (4) per salvare. Apparirà la scritta "SAVING..."
14. Uscire dal sottomenu premendo il tasto Esc (1)
15. Per tornare alla schermata principale, tenere premuto il tasto Esc per 2 secondi (1)

Se l'operazione è andata a buon fine (e se il ricevitore è connesso alla rete), dopo qualche secondo la voce, nel sottomenu 7.3, "CONNECTION: OFF", diventerà "CONNECTION: ON" seguita da un *beep* confermando la trasmissione dei dati sul portale. I parametri di rete da impostare, sono riportati nella Tabella A.1.

<i>IP address</i>	192.168.1.2
<i>Subnet mask</i>	255.255.255.0
<i>Gateway</i>	192.168.1.1
<i>Primary DNS</i>	114.114.114.114
<i>Secondary DNS</i>	8.8.8.8

Tabella A.1 Parametri interfaccia WRD in modalità cablata.

Table A.1 WRD parameters in wired mode.

Gli step descritti rappresentano i passaggi base da seguire sia per la corretta comunicazione tra l'interfaccia e il regolatore di carica e sia per la trasmissione dati tra l'interfaccia e il ricevitore. Nell'interfaccia sono disponibili ulteriori sottomenu, tutti configurabili a seconda delle esigenze.

II. Configurazione del modulo TP-LINK *TL-WR802N* (Guida sintetica)

i. Registrazione sul portale

Come per l'interfaccia WRD, anche il modulo Wi-Fi TL-WR802N (Figura A.11) <https://www.tp-link.com/it/home-networking/wifi-router/tl-wr802n/>, ha a disposizione un portale dove configurare la modalità di funzionamento e i parametri di rete per l'accesso e l'indirizzamento dei dati. Come prima cosa, è necessario effettuare il *download* dell'APP "TP-Link Tether" disponibile su App Store™ e Google Play™. Aprire l'APP e registrarsi fornendo un *Username* (indirizzo e-mail) ed una *Password* (Figura A.11).



Figura A.11 Sinistra, modulo Wi-Fi TL-WR802N utilizzato per la comunicazione tra l'interfaccia WRD e il ricevitore. Destra, pagina di login dell'app "TPlink Tether" per l'accesso al modulo Wi-Fi.

Figure A.11 Left, TL-WR802N Wi-Fi module used for communication between the WRD interface and the receive. Right, login page of the "TPlink Tether" app for accessing the Wi-Fi module.

ii. Impostazione della modalità di utilizzo

Il modulo scelto può funzionare in diverse modalità (*server, client, access pont, ecc...*). Per il nostro scopo è stato configurato in modalità "*client*", consentendo di collegare un dispositivo (interfaccia WRD) al modulo tramite con un cavo LAN e di ritrasmettere il segnale via *wireless* ad un *access point* connesso ad internet, in questo caso Stonex® SC600+. Per la prima configurazione, servirsi di una rete WiFi domestica per semplificare le operazioni. Per effettuare la configurazione, procedere come indicato:

1. Munirsi di un PC e di uno *smartphone* con accesso alla rete
2. Collegare il modulo Wi-Fi all'alimentazione e al *router* domestico (con l'alimentatore e con il cavo LAN in dotazione)
3. Accendere il ricevitore Stonex® SC600+ ed entrare con il PC nelle sue impostazioni alla sezione "*Network*" ed impostare i parametri come mostrato in Figura A.12
4. Tramite PC o *smartphone* individuare e selezionare la rete di *default*, generata dal modulo Wi-Fi (es. TP-Link_XXXX) ed inserire la *password* di *default* riportata nell'etichetta sul retro del modulo
5. Aprire il *browser* e digitare nell'URL: <http://tplinkwifi.net> per accedere alle impostazioni
6. Andare alla voce "*Quick Setup*" e selezionare la modalità "*Client*" (Figura A.13) e cliccare *Next*
7. Nella pagina successiva, ed impostare i parametri di connessione come in Figura A.14 (coerenti con il gateway precedentemente impostato sul ricevitore) e cliccare *Next*
8. A questo punto il sistema eseguirà un reboot. Il modulo è configurato

Figura A.12 Sottomenu "*Network*" del ricevitore Stonex® SC600+. L'indirizzo IP statico (coincidente con il *gateway*) è quello di *default* "192.168.10.1".

Figure A.12 "Network" submenu of the Stonex® SC600+ receiver. The static IP address (the same of the gateway) is "192.168.10.1".

Device Network Settings	
Wired Net	☐ WAN ☒ LAN
IP	192.168.1.1
MAC address	88:01:F9:3F:4C:88
Wireless Net	☐ Client ☒ Hotspot ☐ Disable
MAC address	04:C4:61:DC:E4:7F
SSID	SC623A2200028
Password	NONE
IP	192.168.10.1
Share Mobile's Net	☒ Yes ☐ No

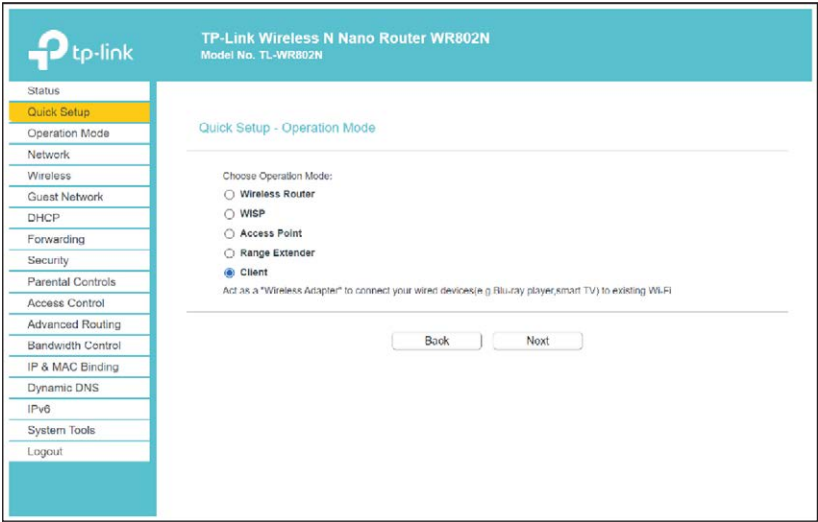


Figura A.13 Selezione della modalità Client del modulo Wi-Fi.

Figure A.13 Selection of the Client mode of the Wi-Fi module.

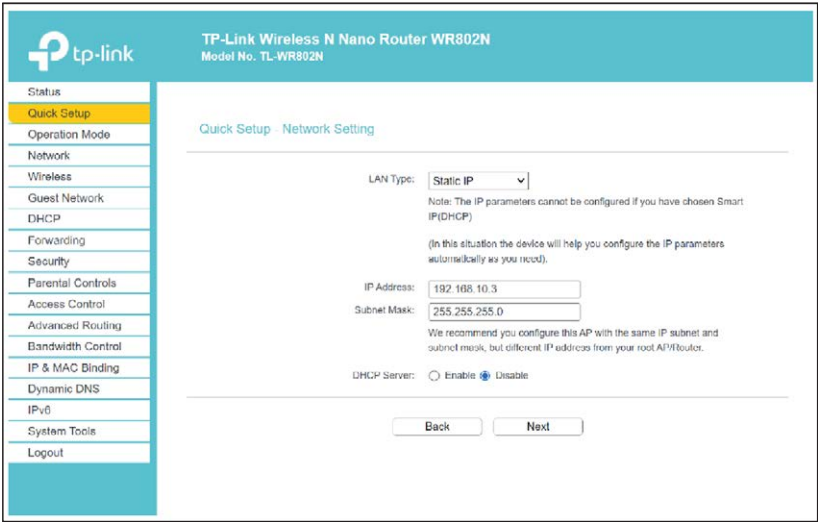


Figura A.14 Impostazione dei parametri di rete del modulo Wi-Fi. L'indirizzo IP del modulo è "192.168.10.3" (192.168.10.2 è occupato dall'interfaccia WRD).

Figure A.14 Setting the Wi-Fi module network parameters. The IP address of the module is "192.168.10.3" (192.168.10.2 is occupied by the WRD interface).

Dopo avere impostato il modulo Wi-Fi, bisogna impostare i parametri dell'interfaccia WRD per la comunicazione wireless. Per eseguire questa operazione, è necessario seguire i passaggi del capitolo precedente (sottomenu 7.3 "NETWORK") immettendo i valori riportati nella Tabella A.2.

IP address	192.168.10.2
Subnet mask	255.255.255.0
Gateway	192.168.10.1
Primary DNS	8.8.8.8
Secondary DNS	114.114.114.114

Tabella A.2 Parametri dell'interfaccia WRD in modalità wireless.

Table A.2 WRD parameters in wireless mode.

QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<https://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

<https://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

https://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.

Progetto grafico
Barbara ANGIONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Ufficio Editoriale
Francesca DI STEFANO | Coordinatore

Segreteria di redazione
segreteria.collane-editoriali@ingv.it

Editing | Produzione | Grafica redazionale
Barbara ANGIONI
Massimiliano CASCONI
Francesca DI STEFANO
Patrizia PANTANI

© 2026 the Author(s). All rights reserved. Open Access



Creative Commons Attribution 4.0 International



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA