



Environmental monitoring solutions



# **GRETA**

*Geo Resistivimeter for Time-lapse Analysis*

Manuale utente



**Documento** GReTA – Manuale utente

**Pagine** 42

### **Lista delle revisioni**

<b>Esponente di revisione</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione delle modifiche</b>
1	05/07/2021	
2	20/07/2022	Modifiche minori
3	04/01/2023	Aggiunto tutorial video del router TXCRA22xx; apportato modifiche minori

## **Note su questo manuale**

Le informazioni contenute nel presente manuale sono soggette a modifiche senza preavviso. Nessuna parte di questo manuale può essere riprodotta in qualsiasi forma o mezzo elettronico o meccanico, per alcun uso, senza il permesso scritto di LSI LASTEM.

LSI LASTEM si riserva il diritto di intervenire sul prodotto, senza l'obbligo di aggiornare tempestivamente questo documento.

Copyright 2019-2023 LSI LASTEM. Tutti i diritti riservati.

## Sommario

1	Introduzione .....	6
2	Prescrizioni di sicurezza .....	7
2.1	Prescrizioni generali .....	7
2.2	Prescrizioni specifiche .....	7
3	Principio di funzionamento del sistema .....	9
3.1	Modalità operative .....	9
3.2	Misura della resistività.....	10
3.3	Misura della resistenza di contatto .....	12
3.4	Schema logico di installazione .....	13
4	Descrizione degli elementi costitutivi.....	15
4.1	Modulo PWR.....	19
4.2	Modulo MPU .....	21
4.3	Modulo SDU.....	23
4.3.1	Parametri di comunicazione seriale .....	25
4.3.2	Modalità manuale e indicazioni a display.....	25
4.4	Moduli SSU .....	27
4.5	Porta-fusibili .....	29
4.6	Regolatore PV .....	29
4.7	Schema di interconnessione dei moduli.....	30
5	Installazione, prima accensione e configurazione del sistema .....	31
5.1	Installazione.....	31
5.2	Prima accensione.....	31
5.3	Configurazione del sistema .....	31
5.3.1	Operazioni generate tramite chiavetta USB.....	32
6	Diagnostica .....	35
6.1	LED di stato funzionale .....	35
6.2	Indicazioni su display .....	35
7	Caratteristiche tecniche.....	36
8	Codifiche commerciali .....	38
9	Ricerca guasti.....	39
9.1	Verifiche elettriche .....	39
10	Manutenzione .....	41
10.1	Sistema di house-keeping.....	41
10.2	Batteria .....	41



11	Smaltimento .....	41
12	Come contattare LSI LASTEM .....	42

## Indice delle figure

Fig. 1 – Modalità di stendimento linee elettrodiche .....	14
Fig. 2 - Elettrodi con alette di varie dimensioni.....	15
Fig. 3 - Elettrodi tipo “a picchetto” .....	15
Fig. 4 - Box di protezione .....	17
Fig. 5 - Esempi di installazione a palo .....	18
Fig. 6 - Modulo PWR .....	19
Fig. 7 - Modulo MPU.....	21
Fig. 8 - Modulo SDU .....	23
Fig. 9 - Modulo SSU.....	27
Fig. 10 - Moduli SSU-1 e SSU-2 .....	29
Fig. 11 - Unità porta-fusibili .....	29

## 1 Introduzione

*GReTA* è uno strumento per il monitoraggio geo-elettrico automatico e permanente. Esso è costituito da uno stendimento di elettrodi installati lungo i tratti di terreno da monitorare e da moduli elettronici che, attivando sequenzialmente gli elettrodi a contatto col terreno, eseguono le misurazioni di resistività. Le logiche di gestione a basso consumo energetico del sistema consentono di alimentare *GReTA* tramite un modulo fotovoltaico di medie dimensioni e rendere quindi il sistema completamente autonomo anche dal punto di vista energetico.

I moduli elettronici di *GReTA* sono alloggiati in un box di protezione; ciò consente l'installazione di tutta la strumentazione all'aperto, determinando quindi notevole flessibilità in sede di scelta del sito d'interesse. L'installazione tipica avviene a palo: è possibile installare il box e il modulo fotovoltaico utilizzando un ridotto spazio di terreno, mentre gli elettrodi possono essere completamente interrati, riducendo così l'impatto visivo e la presenza di ostacoli, anche quando utilizzato su suolo pubblico.

L'insieme di tutte le misure elettriche prodotte ad intervalli di tempo programmati da *GReTA* permette di realizzare la pseudo-sezione di resistività del profilo di terreno di interesse. Questa mappa, a seguito di un processo di inversione di resistività, è correlabile, oltre che alla granulometria e alla presenza di vuoti, al contenuto idrico del terreno e rappresenta quindi un potenziale strumento diagnostico per riconoscere tempestivamente i punti critici delle strutture monitorate e per generare allerte qualora la situazione di resistività evolva in modo anomalo, superando le soglie di attenzione impostate.

Lo strumento *GReTA* opera congiuntamente al sistema di raccolta dati in cloud (qui denominato *GReTA-Cloud* e descritto nel relativo manuale). I dati prodotti dallo strumento in campo sono infatti inviati in tempo reale al sistema centrale; l'invio dei dati avviene tipicamente tramite modem/router cellulare 3G/4G. L'utente può quindi valutare i risultati delle misure senza necessariamente recarsi presso il sito ove opera lo strumento. L'applicativo web di *GReTA-Cloud* consente di visualizzare le mappe bidimensionali che rappresentano sia i valori di resistività (apparente e "invertita"), sia il contenuto d'acqua della porzione di terreno monitorata. Attraverso l'analisi dello storico delle misure acquisite giornalmente l'utente può distinguere le variazioni stagionali da eventuali fenomeni locali di degrado progressivo che potrebbero suggerire interventi di manutenzione preventiva o correttiva.

Il sistema, complessivamente costituito dalla parte strumentale in campo e dal software in cloud, rappresenta quindi un valido strumento, di facile utilizzo e utile per la valutazione continuativa, tra le altre cose, dello stato di saturazione del terreno, facilmente applicabile in diversi ambiti, quali fronti di frana, argini fluviali e costieri, dighe in terra, terrapieni e massicciate lungo tratte ferroviarie e stradali oltre che in ambito agricolo e in quello del monitoraggio della dispersione degli inquinanti.

## 2 Prescrizioni di sicurezza

Leggere le seguenti norme di sicurezza generali per evitare lesioni personali e prevenire danni al prodotto o ad eventuali altri prodotti ad esso connessi. Per evitare possibili danni, utilizzare questo prodotto unicamente nel modo in cui viene specificato.

### 2.1 Prescrizioni generali

**Solo il personale di assistenza qualificato è autorizzato ad eseguire le procedure di installazione e manutenzione.**

**Installare lo strumento in un luogo pulito, asciutto e sicuro.** Umidità, pulviscolo, temperature estreme tendono a deteriorare o danneggiare lo strumento. In tali ambienti è consigliabile l'installazione all'interno di contenitori idonei.

**Alimentare lo strumento in modo appropriato.** Rispettare le tensioni di alimentazione indicate per il modello di strumento in possesso.

**Effettuare le connessioni in modo appropriato.** Seguire scrupolosamente gli schemi di collegamento forniti insieme alla strumentazione.

**Non utilizzare il prodotto se si sospetta la presenza di malfunzionamenti.** Se si sospetta la presenza di un malfunzionamento, non alimentare lo strumento e richiedere l'intervento di personale di assistenza qualificato.

**Prima di qualsiasi operazione su connessioni elettriche, alimentazione, sensori e apparati di comunicazione:**

- Togliere l'alimentazione.
- Scaricare le cariche elettrostatiche accumulate toccando un conduttore o un apparato messo a terra.

**Non mettere in funzione il prodotto in presenza di acqua o umidità condensante.**

**Non mettere in funzione il prodotto in un'atmosfera esplosiva.**

**Batteria a ioni di litio all'interno.** La sostituzione della batteria con una di tipo non corretto può causare rischio di esplosione.

### 2.2 Prescrizioni specifiche

Il grosso dissipatore termico che sporge dal frontale del modulo *SDU* è utilizzato per estrarre le alte temperature prodotte dai circuiti di potenza che svolgono la funzione di iniezione di corrente. La temperatura di questo dissipatore è normalmente inferiore a 60 °C, ma ciò dipende dalle condizioni in cui opera lo strumento e dalle impostazioni di iniezione, nonché dalle condizioni del terreno e potrebbe perciò superare anche 80 °C, fare quindi attenzione evitando di toccarlo durante il funzionamento del sistema.

La stessa unità SDU è responsabile dell'accensione dei circuiti ad alta tensione (200 Vcc) per il tramite dell'unità PWR; l'accensione di questa sezione di alimentazione avviene solamente durante le operazioni di misura; in questo caso la presenza di alta tensione è segnalata in diversi punti:

- Segnalazione *HV* sulla parte superiore del modulo *SDU*.
- Spie verdi per ognuna delle 4 sezioni di alimentazione, in basso a dx nel box.

Se il sistema è alimentato da rete elettrica, vi è presenza di tensione potenzialmente pericolosa all'interno del box; la tensione di rete fa capo all'interruttore magnetotermico; questo può essere disattivato per rimuovere la presenza di tensione di rete in punti diversi dall'interruttore stesso; si consideri comunque che l'alta tensione è generata durante le misurazioni anche solamente disponendo della tensione di batteria. Volendo spegnere completamente il sistema utilizzare l'interruttore posto sulla parte superiore dell'unità *PWR*.

I cavi elettrici che riportano le connessioni agli elettrodi di misurazione portano anch'essi correnti con tensioni potenzialmente pericolose. LSI LASTEM ha considerato attentamente le condizioni di sicurezza per chi opera con *GReTA*, in particolare alla situazione in cui un soggetto potrebbe venire a contatto con gli elettrodi di misura. A questo proposito occorre considerare quanto segue:

- Ogni singolo elettrodo è alimentato dal sistema solo per brevi istanti e piuttosto raramente (complessivamente qualche secondo in ogni sessione di misura; tipicamente vi è una sola sessione di misura programmata ogni giorno).
- La fulminazione può avvenire tenendo fra le mani due elettrodi che in un dato istante sono attivati dal sistema per eseguire la misura nel terreno proprio in corrispondenza della posizione del soggetto. Occorre considerare che la durata tipica dell'iniezione è di circa 300 ms x 2 (due volte perché per ogni misurazione si considera l'iniezione in senso inverso e poi in senso diretto ai fini della depolarizzazione del terreno) e al massimo impostata a 1000 ms x 2, quindi comunque insufficiente a causare la morte. Volendo considerare una condizione altamente improbabile a verificarsi, ma non per questo teoricamente impossibile, in cui l'operatore sia a contatto di due elettrodi, lo strumento stia eseguendo una misura proprio su quegli elementi e, fatalmente, avvenga proprio in quel preciso istante un blocco al sistema di commutazione automatica dei segnali, si avrebbe in questo caso la presenza permanente della tensione agli elettrodi a contatto del soggetto; in questa situazione interviene un circuito appositamente previsto nello strumento in grado di rilevare la condizione di blocco del sistema e perciò autoritativo nel comando di disattivazione dell'intero sistema di alimentazione ad alta tensione. Questo circuito, al fine di garantire le massime condizioni di operatività e affidabilità, funziona con hardware dedicato ed è completamente indipendente dalle restanti parti del sistema di iniezione e misura gestite dalle unità logiche dello strumento.



### 3 Principio di funzionamento del sistema

La parte strumentale installata presso il sito di monitoraggio esegue principalmente le seguenti funzioni:

- Mantiene in carica la batteria interna utilizzando l'energia solare raccolta dal modulo fotovoltaico e quella fornita dalla rete elettrica, se disponibile; la batteria fornisce l'energia necessaria a far funzionare il sistema per diversi cicli di misurazione. La strumentazione è normalmente posta in uno stato di attesa, durante il quale l'energia utilizzata per il suo funzionamento è ridotta a valori molto bassi. In questa fase il sistema riversa la maggior parte dell'energia raccolta per il mantenimento della carica della batteria a valori ottimali.
- Durante la fase di attesa il sistema controlla la tabella di programmazione dei cicli di misura. Qualora sia giunto il momento programmato, il sistema attiva le sezioni elettroniche necessarie allo svolgimento delle misurazioni elettriche. Questa fase prosegue per il tempo necessario fino al completamento del ciclo di misurazioni previste garantendo, per ogni elettrodo, il necessario numero di misurazioni per produrre risultati aventi accuratezza entro i limiti previsti.
- Al termine del ciclo di misurazione il sistema invia i dati misurati al centro di raccolta *GReTA-Cloud* già predisposto da LSI LASTEM; la trasmissione dei dati avviene mediante una connessione di rete cellulare 3G/4G oppure tramite una connessione ethernet ad una rete locale in cui sia disponibile un internet gateway. Al termine dell'invio dei dati il sistema si pone nuovamente in stato di attesa per il prossimo ciclo di misurazione. Tipicamente il sistema è programmato per produrre un ciclo di misurazione al giorno; volendo produrre un numero maggiore di cicli giornalieri è necessario valutare il consumo energetico necessario per ogni ciclo di misura, compatibilmente con la capacità energetica disponibile dal sistema di alimentazione fotovoltaica.
- Durante l'invio dei dati al sistema di raccolta dati, lo strumento determina se i parametri di configurazione che regolano il suo funzionamento siano stati modificati dall'utente; in caso di modifica questi parametri sono immediatamente resi attivi ed il sistema predisposto al nuovo modo di funzionamento programmato. La modifica dei parametri avviene operando tramite le pagine web disponibili in *GReTA-Cloud*.

#### 3.1 Modalità operative

*GReTA* opera in diverse modalità di funzionamento, qui riassunte:

- *Modalità di attesa (OMW)*: lo strumento rimane in attesa dell'istante di avvio delle misurazioni precedentemente programmato e contenuto nella propria configurazione. Durante il periodo di attesa lo strumento è raggiungibile tramite una connessione di rete remota; l'accesso remoto può risultare utile a fini diagnostici ma è consentito solamente in determinate condizioni di comunicazione, in pratica solo se allo strumento è stato assegnato un indirizzo di rete statico non soggetto a regole di *port/network address translation*; ciò si applica sia per connessioni su rete locale ethernet, sia per connessioni cellulari, eventualmente anche tramite *VPN*. Le operazioni attuabili da remoto sono indicate nella sezione diagnostica di questo documento.
- *Modalità di attesa a basso consumo energetico (OMLP)*: corrisponde alla modalità di attesa ma adottando un criterio di massima riduzione dell'energia utilizzata, al fine di ottimizzare l'autonomia di funzionamento, quindi inibendo la possibilità di accesso remoto allo strumento. Questa modalità è opzionale (non abilitata di fabbrica) e va utilizzata qualora il livello di carica della batteria risulti appena sufficiente o insufficiente a garantire il normale svolgimento delle operazioni; questa valutazione va fatta considerando le peggiori condizioni operative (per es. in inverno la capacità di recupero

della carica della batteria è assai inferiore a quella disponibile nel periodo estivo) e in funzione della potenza consumata durante le misure (quindi in funzione del numero e tipo di cicli programmati). GReTA può uscire da questa condizione in due modi:

- Come avviene per la modalità *OMW*: è sopraggiunto l'orario programmato di passaggio alla modalità di misura.
- L'operatore ha mantenuto premuto il bottone di risveglio dell'unità *MPU* (vedi §0).
- **Modalità di misura (OMM)**: il passaggio dalla modalità di attesa a quella di misura avviene qualora sia sopraggiunto l'istante programmato nelle tabelle di attività; il passaggio è vincolato alla verifica dello stato di carica della batteria: qualora risulti inferiore ad un valore prestabilito lo strumento ritorna in attesa del prossimo evento di misura, altrimenti può procedere con l'esecuzione del ciclo di misurazione. Il ciclo di misurazione può durare, in base alla configurazione impostata, da qualche minuto fino a superare abbondantemente l'ora; indicativamente, utilizzando parametri di default, un ciclo di misura standard che utilizzi tutti i 48 elettrodi, dura poco meno di un'ora. Al termine delle operazioni di misura programmate lo strumento esegue l'invio dei dati raccolti alla piattaforma *GReTA-Cloud*, quindi si pone nella condizione di attesa precedente. L'invio dei dati alla piattaforma è eseguito con un algoritmo che ritenta più volte l'operazione in caso di errore; al raggiungimento del numero massimo di tentativi lo strumento si pone comunque nella modalità di attesa, mantenendo in memoria i dati appena raccolti al fine di ripetere il loro invio al prossimo ciclo di misura, unitamente ai nuovi dati che saranno prodotti in quella sessione. Il tipo di misurazione è definito nella tabella delle attività dello strumento in corrispondenza del suo orario di attivazione; esso può essere di due tipi:
  - Misura di tipo *ground*: corrisponde alla misurazione della resistività apparente del terreno.
  - Misura di tipo *contact*: corrisponde alla misurazione della resistenza di contatto degli elettrodi.
- **Modalità utente (OMU)**: la modalità manuale è determinata dalla volontà dell'operatore di gestire lo strumento manualmente, per ciò che riguarda specialmente alcune attività di verifica funzionale. Il passaggio a questa modalità non è mai automatico, ma avviene su specifico comando; allo stesso modo il rientro alle modalità di attesa e di misura avviene su comando dell'operatore. Maggiori dettagli sono indicati al §4.3.2.

## 3.2 Misura della resistività

La *misura di base* della resistività, applicata ad una singola porzione di terreno, avviene tramite la configurazione *Wenner*, ovvero iniettando una corrente elettrica a regime costante e di valore noto tramite due elettrodi posti in posizione esterna rispetto ad una coppia di elettrodi in posizione interna, dai quali si esegue contestualmente una misura di tensione. I quattro elettrodi del quadripolo, in questa configurazione, sono equi spazati. Il valore di resistività è dato dalla seguente formula:

$$\rho_a = \frac{V}{I} 2\pi a$$

dove  $\rho_a$  rappresenta la resistività *apparente* (*ohm · metro*),  $V$  è la tensione misurata (*volt*),  $I$  è la corrente generata (*ampere*) e  $2\pi a$  è il cosiddetto *fattore geometrico*, con  $a$  corrispondente alla distanza fra gli elettrodi (*metri*). In realtà la tensione misurata è il risultato della differenza di due misure di tensione, la prima ottenuta polarizzando gli elettrodi di iniezione in un senso, la seconda ottenuta polarizzandoli in senso inverso con la

medesima intensità di corrente; in questo modo si eliminano gli effetti di polarizzazione residua del terreno dovuta alle precedenti attività di misurazione o alla presenza di correnti statiche.

Il sistema adotta una serie di algoritmi atti a produrre un valore di resistività il più accurato possibile, in particolare eseguendo le seguenti operazioni:

- Modulazione della corrente iniettata in modo da determinare ai capi degli elettrodi di misura un campo elettrico avente una certa entità, almeno entro un limite inferiore predeterminato.
- Sovra-campionamento della misura di tensione per il filtraggio del rumore dovuto alle linee elettriche a 50/60 Hz.
- Campionamento multiplo da tre a  $n$  misure di base (con  $n$  programmabile) per raggiungere il valore di deviazione standard di tutte le misure ottenute entro un limite predeterminato.
- Calcolo del valore medio di tutte le misure ritenute valide escludendo le misure rilevate con valori estremi (il minore e il maggiore dell'insieme).

Il ciclo di misurazione procede, secondo un algoritmo standard (altre configurazioni sono possibili), per sequenze di scorrimento; ogni sequenza è ottenuta scorrendo le misurazioni dal primo all'ultimo elettrodo, cioè utilizzando prima gli elettrodi 0.3.1.2 (in ordine:  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $V_a$ ,  $V_b$  anche indicati come  $I_p$ ,  $I_m$ ,  $V_p$ ,  $V_m$  il numero rappresenta in base zero la posizione da sinistra a destra, considerando i due cavi come un'unica linea elettrodica), procedendo uno ad uno (1.4.2.3, 2.5.3.4, etc.) fino ad arrivare alle posizioni 44.47.45.46. Questo primo scorrimento produce la misura di tutte le porzioni di terreno comprese fra gli elettrodi 1 e 46; la risoluzione spaziale delle varie misure è data dalla distanza elettrodica, mentre la profondità di terreno misurato corrisponde al volume posto a metà della distanza elettrodica, sommando l'offset dovuto alla profondità a cui sono interrati gli elettrodi.

In realtà, rispetto alla sequenza nominale sopra indicata, GReTA procede sequenziando le misure con uno schema in cui si evita l'utilizzo immediatamente successivo degli stessi elettrodi di misura che, nel ciclo precedente, hanno avuto la funzione di iniezione di corrente. Questa caratteristica migliora sensibilmente la qualità dei dati ottenuti in quanto lo strumento evita, temporaneamente, di misurare porzioni di terreno in cui siano presumibilmente presenti fenomeni di polarizzazione indotti dalle misure precedenti e che richiedono ancora del tempo per auto-dissiparsi.

Al termine dell'esecuzione del primo livello di misura (il più superficiale), il ciclo di misurazione principale attiva la realizzazione del secondo livello di misura, ripartendo dall'inizio del profilo ed utilizzando una spaziatura maggiore, cioè inizialmente con gli elettrodi 0.6.2.4 e procedendo uno ad uno (1.7.3.5, 2.8.4.6, etc) fino ad arrivare alle posizioni 41.47.43.45.

Il terzo livello di misura inizierà con 0.9.3.6 e così via ad ottenere misurazioni relative alle porzioni di terreno in maggiore profondità e fino all'ultima sequenza possibile, utilizzando la sequenza di sole tre posizioni possibili: 0.45.15.30, 1.46.16.31 e 2.47.17.32.

Come anticipato, questa sequenza di misura non è l'unica producibile dallo strumento, ma è quella tipicamente eseguibile disponendo di tutto l'insieme degli elettrodi disposti su un unico profilo e volendo raggiungere la massima profondità di investigazione. Qualora le condizioni del terreno non consentano un unico stendimento lineare o per particolari necessità applicative non sia opportuno generare l'intera sequenza di misura sopra indicata, è possibile programmare GReTA ad utilizzare uno o più schemi di misura basati su specifici gruppi di elettrodi, anche considerando di eseguire le misurazioni partendo da un primo livello di

misura ed arrivando ad un ultimo livello di misura scelti a piacere, quindi ottenendo profili di misurazione alle sole profondità di terreno desiderate. Per ognuno degli schemi di misura impostati, GReTA produrrà uno specifico set di risultati, analizzabile distintamente rispetto agli altri risultati.

In generale il numero di livelli di misura consentiti in base al numero di elettrodi utilizzati è definito dalla seguente espressione:

$$\text{NumeroLivelliMisura} = \text{INT} ((\text{NumeroElettrodi} - 1) / 3)$$

Per ogni livello è consentito un numero di misurazioni corrispondente alla seguente espressione:

$$\text{NumeroMisurazioniLivello} = \text{NumeroElettrodi} - (3 * (\text{NumeroElettrodiInutilizzati} + 1))$$

*NumeroElettrodiInutilizzati* è pari a 0 nel primo livello, 1 nel secondo, e così via... Corrisponde al numero dell'*i*esimo livello - 1.

### 3.3 Misura della resistenza di contatto

Il parametro misurato relativo alla *resistenza di contatto*, anche detto *resistenza elettrodica*, indica il valore della resistenza al passaggio di corrente che l'elettrodo subisce con il terreno a cui è a contatto. GReTA è in grado di supportare, entro certi limiti, condizioni di variabilità della resistenza di contatto, in particolare considerando questi due aspetti tecnici:

- Circuito di generazione della corrente di iniezione: il circuito di iniezione è indipendente dalla resistenza "di carico" presente ai suoi capi (elettrodi di iniezione), dovuta alla somma delle resistenze di contatto dei due elettrodi e dalla resistenza operata dal terreno. Il circuito è in grado di compensare la resistenza "di carico" mantenendo la corrente al valore voluto, ma fino ad un limite di saturazione, dovuto al raggiungimento del valore massimo della tensione di iniezione.
- Circuito di misura della tensione: il circuito ha uno stadio d'ingresso ad altissima impedenza ed è quindi virtualmente indipendente dalla (relativamente) bassa resistenza dovuta al contatto degli elettrodi con il terreno.

Ad ogni modo è importante, ai fini della stabilità e quindi della qualità dei risultati ottenibili dal processo di misura, predisporre l'installazione dello stendimento elettrodico massimizzando ed ottimizzando l'area a contatto fra elettrodo e terreno. Risulta inoltre importante valutare che tale condizione non subisca forti variazioni durante la vita utile dello strumento. A tale fine GReTA dispone di un automatismo di misura della resistenza di contatto. Questo tipo di misura è programmabile per essere saltuariamente attivato e per ottenere presso GReTA-Cloud i risultati di tale misurazione; forti differenze fra le resistenze di contatto misurate in diverse sessioni a distanza di tempo indicano, presumibilmente, l'alterazione delle condizioni in cui opera l'elettrodo, in certi casi tali da richiedere necessariamente la verifica in loco dell'elettrodo in esame.

Il principio (di base, in realtà GReTA utilizza una tecnica più sofisticata) su cui si basa la valutazione della qualità della resistenza di contatto degli elettrodi è piuttosto semplice: partendo dalla prima coppia di elettrodi (0.1) lo strumento inietta una corrente di valore conosciuto e contestualmente misura la tensione ai capi degli stessi elettrodi. La resistenza "di carico" complessiva è data dalla legge di ohm:

$$\text{tensione misurata} / \text{corrente applicata}.$$

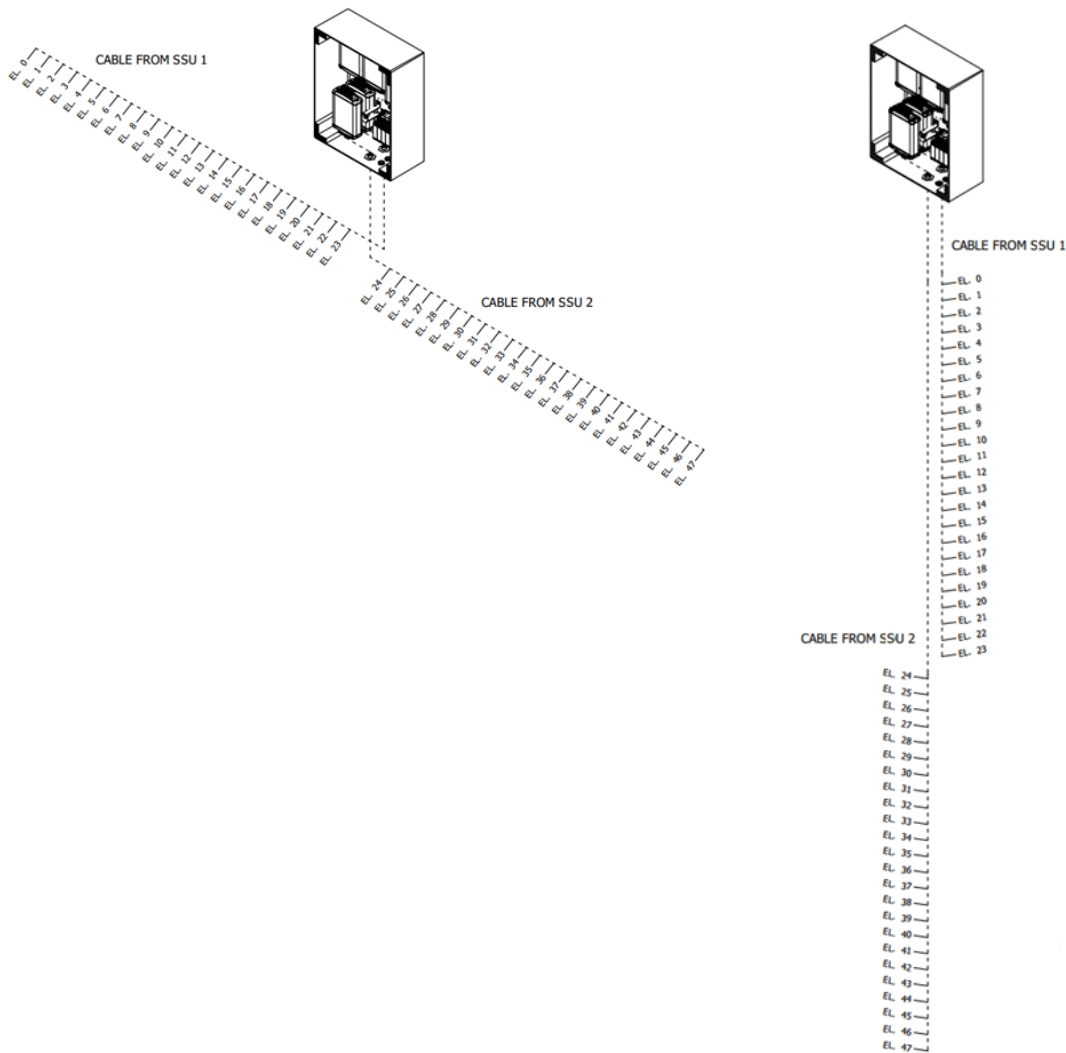
Si noti che la resistenza così calcolata comprende la somma delle resistenze presenti nel primo elettrodo con il terreno, la resistenza del terreno fra i due elettrodi, la resistenza del terreno con il secondo elettrodo. Dopo aver ottenuto questo dato lo strumento procede con la misura della resistenza elettrodica per la successiva coppia di elettrodi (1.2), ottenendo quindi un secondo valore di resistenza elettrodica, e così via fino all'ultima coppia di elettrodi (46.47). L'insieme di tutti i valori di resistenza elettrodica consente di riconoscere eventuali condizioni anomale, presumibilmente dovute ad uno specifico elettrodo oppure, meno probabilmente, a condizioni di difformità del terreno (diversa composizione chimico/fisica o diversa granulometria). In tale contesto, la possibilità in cui un elettrodo si trovi in una condizione di pessimo contatto con il terreno è evidenziata dai dati risultanti dalle misure di resistenza elettrodica, in particolare nella coppia di valori adiacenti ottenuti avendo in comune l'elettrodo in esame, presumibilmente fra loro simili ma molto maggiori rispetto ai valori misurati dalle due coppie adiacenti.

### 3.4 Schema logico di installazione

Lo stendimento dei due cavi elettrodici può essere realizzato in diversi modi, ma tutti riferiti ad uno dei due seguenti schemi principali:

- GReTA in posizione centrale rispetto alle due linee elettrodiche.
- GReTA in posizione di testa rispetto alle due linee elettrodiche.

A titolo di esempio si considerino i due stendimenti mostrati nella figura seguente:



**Fig. 1 – Modalità di stendimento linee elettrodiche**

La differenza sostanziale sta nella sequenza di numerazione degli elettrodi.

Nel caso, infatti, di stendimento con *GR<sub>e</sub>TA* in posizione centrale rispetto alle due linee elettrodiche, la linea di sinistra ha l'elettrodo numero 0 in coda al cavo e l'elettrodo numero 23 in testa (vicino al connettore stagno); il secondo cavo ha in testa l'elettrodo 24 e in coda l'elettrodo 47.

Nel caso, invece, di stendimento con *GR<sub>e</sub>TA* in posizione di testa rispetto alle due linee elettrodiche (per esempio per stendimenti eseguiti in foro), la linea superiore ha l'elettrodo numero 0 in testa al cavo (vicino al connettore stagno) e l'elettrodo numero 23 in coda, cui seguono gli elettrodi del secondo cavo numerati come nel caso precedente.

Da quanto sopra si deduce che il primo cavo può avere numerazione logica invertita o meno in base alla configurazione dello stendimento prescelta. *GR<sub>e</sub>TA* supporta questa scelta tramite un apposito parametro di configurazione.

## 4 Descrizione degli elementi costitutivi

La strumentazione GReTA si compone delle seguenti parti funzionali:

- **Cavi elettrodisci:** due cavi elettrici a cui fanno capo complessivamente 48 elettrodi. La spaziatura elettrodica è scelta in sede di ordine del prodotto fra lunghezze standard di 1, 2 o 3 m (altre spaziature sono disponibili per specifiche esigenze), a raggiungere quindi rispettivamente la lunghezza complessiva dello stendimento a 47, 94 o 141 m e una profondità massima di indagine rispettivamente di 7.5 m, di 15 m e di 22.5 m. I cavi elettrici sono disponibili anche in versione con specifica protezione anti-roditori.
- **Elettrodi:** sono costituiti da piastre (alette) in acciaio inox con spessore 1 mm e dimensioni 40x150 mm o 200x150 mm, in base al modello; ogni elettrodo può essere simultaneamente connesso ad una, due o tre differenti alette, permettendo di portare la resistenza di contatto di ogni elettrodo con il terreno a valori ottimali, anche in presenza di terreni “difficili” o in particolari situazioni d’installazione. Una diversa soluzione di installazione utilizza elettrodi a forma di *picchetto*, qualora lo stendimento della linea elettrodica sia a carattere *semi-permanente*, con cavo non interrato e quindi certamente più rapido ed economico a realizzarsi.



Fig. 2 - Elettrodi con alette di varie dimensioni

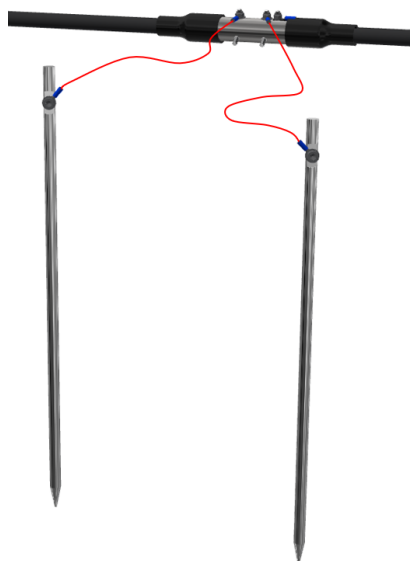


Fig. 3 - Elettrodi tipo “a picchetto”

- **Box di protezione:** contiene e protegge dagli agenti ambientali esterni gli apparati elettrici ed elettronici di GReTA. L'accesso al box è consentito a personale tecnico qualificato, in quando al suo interno sono presenti tensioni elettriche potenzialmente pericolose. Il box è dotato nella parte inferiore di due connettori stagni per la connessione ai due cavi elettrodici; sono inoltre disponibili due pressacavi utilizzabili per connessioni di altro tipo (per es. rete ethernet). I componenti utilizzati nella sezione di alimentazione consentono di scegliere se alimentare il sistema da rete, ad energia solare, o da entrambe le fonti; in quest'ultimo caso l'una costituisce backup energetico dell'altra. I dispositivi contenuti nel box sono:
  - *PWR:* unità di generazione e gestione delle tensioni di alimentazione.
  - *MPU:* unità principale di elaborazione, memorizzazione e trasmissione dati.
  - *SDU:* unità a processore per il pilotaggio delle unità SSU.
  - *SSU:* due unità di commutazione segnali, ognuna in grado di pilotare 24 elettrodi.
  - *Modem/Router:* per la trasmissione dati cellulare 3G/4G.
  - *Alimentatori di potenza:* ognuno dei 4 moduli *step-up* ha il compito, singolarmente, di innalzare il livello di tensione in ingresso da 12 V a 50 V; le uscite in tensione dei 4 moduli sono connesse in serie tra loro per ricavare una tensione complessiva pari a 200 V; i moduli sono attivati da un relè posto al loro fianco e pilotato dall'unità *SDU*.
  - Regolatore di carica da modulo fotovoltaico.
  - Batteria al piombo con capacità standard di 40 Ah.
  - Interruttore magnetotermico per linea di alimentazione da rete esterna.
  - Alimentatore da rete elettrica 115/230 Vca.
  - Unità porta-fusibili.





Fig. 4 - Box di protezione

- *Accessori per l'installazione:* in base a necessità e tipo di installazione prescelta; fra gli accessori troviamo: palo, treppiede, tiranti e picchetti, attaches a palo del box di protezione, sistema di fissaggio per il modulo fotovoltaico.



Fig. 5 - Esempi di installazione a palo

## 4.1 Modulo PWR

Il modulo *PWR* genera o gestisce la maggior parte delle alimentazioni utilizzate dalle restanti parti del sistema.



**Fig. 6 - Modulo PWR**

Il pannello superiore di *PWR* ospita l'interruttore di alimentazione che attiva tutte le unità collocate nel box. Nota: questo interruttore non rimuove la tensione di rete presente nel box, per la quale esiste un apposito interruttore magnetotermico.

Sempre sul pannello superiore sono posti indicatori luminosi (*LED*) che segnalano la presenza di alimentazione in particolari sezioni del sistema. Alcune alimentazioni sono attive solo in determinate condizioni di funzionamento di *GReTA*, quindi è normale che in certi momenti non tutte le segnalazioni luminose siano accese. Il tipo di segnalazione è riportato nella legenda presente sulla parte superiore del pannello frontale del modulo *PWR*, con i seguenti significati:

<b>Simbolo</b>	<b>Significato</b>	<b>OMLP</b>	<b>OMW</b>	<b>OMM</b>	<b>OMU</b>
<i>On</i>	Stato di accensione generale; si accende attivando alimentazione tramite l'interruttore posto sul pannello superiore del modulo <i>PWR</i>	x	x	x	x
<i>Modem</i>	Stato di accensione del modem/router cellulare (*)		x	x	x
<i>SDU</i>	Stato di accensione del modulo <i>SDU</i>		x	x	u.d.
<i>Meas</i>	Stato di accensione della sezione di misura			x	u.d.
<i>HV</i>	Stato di accensione della sezione di alimentazione ad alta tensione			x	u.d.

(\*) È possibile determinare lo stato di accensione permanente del modem/router cellulare collegando il polo positivo del suo cavo di alimentazione (filo rosso) al morsetto 5 dell'unità *PWR*; questa è (normalmente) l'impostazione di fabbrica. Volendo ridurre il consumo energetico, è possibile far gestire l'alimentazione del modem/router in modo parzializzato, collegando in questo caso il polo positivo (filo rosso) al morsetto 20 dell'unità *PWR*. In questo caso la connettività remota al sistema sarà resa disponibile solamente nei momenti in cui il sistema è operativo in modalità non di basso consumo.

Gli stati *OMLP*, *OMW*, *OMM* e *OMU* indicano la modalità di funzionamento del sistema (vedi §3.1). Il termine *u.d.* indica che lo stato è dipendente dalle attività determinate manualmente dell'operatore.

La versione più recente del modulo *PWR* è dotata delle seguenti connessioni, disponibili dalla morsettiera posta sul suo lato inferiore:

<b>Morsetto</b>	<b>Segnale</b>	<b>Ingresso / Uscita</b>	<b>Connessione</b>	<b>Descrizione</b>
1	+VBATT_IN	Ingresso	Da box alimentaz.	Ingresso generale di alimentazione Vbatt del box
2	-VBATT_IN	-	Da box alimentaz.	Riferimento alimentazione Vbatt del box
3	GND-EARTH	-	-	Ground chassis
4	MPU_WAKEUP	Uscita	A MPU	Uscita per risveglio strumento
5	VBATT_SP_MPU	Uscita	Router	Alimentazione Vbatt per Router (alimentazione permanente)
6	EN_PWR_SDU-SSU	Ingresso	Da MPU	Abilitazione alimentazione unità SDU, SSU-1 e SSU-2
7	VBATT_SDU	Uscita	A SDU	Tensione Vbatt per unità SDU
8	GND_SDU-SSU	-	A SDU	A2 (-) Riferimento di tensione per unità SDU
9	-	-	-	Non connesso
10	VBATT_HC	-	-	Non connesso
11	-	-	-	Non connesso
12	VBATT_HC_SW	Uscita	Relè	A1 (+) Tensione positiva relè
13	+12V_IS_SP	Uscita	A SDU	Tensione 12 Vcc isolata per sezione di misura SDU
14	GND_12V_IS_SP	-	A SDU	Riferimento della tensione 12 V isolata per sezione di misura SDU
15	+HV_IS_SP	Uscita	A SDU	Tensione 200 V isolata per sezione generazione di corrente SDU.
16	GND_HV_IS_SP	-	A SDU	Riferimento della 200 V isolata per sezione generazione di corrente SDU.
17	VBATT_SP_MPU	Uscita	A MPU	Alimentazione Vbatt per unità MPU
18	GND_SP_MPU	-	A MPU	Riferimento alimentazione Vbatt per unità MPU
19	MPU_WAKEUP	Ingresso	Da modem/router	Segnale di risveglio dell'unità MPU (5 V = attivazione unità MPU)
20	VBATT_MODEM	Uscita	A modem/router	Alimentazione Vbatt per modem/router (alimentazione parzializzata)
21	GND_MODEM	-	A modem/router	Riferimento alimentazione negativa per il modem/router
22	EN_VBATT_MODEM	Ingresso	Da MPU	Segnale di abilitazione dell'alimentazione del modem/router (5 V = alimentazione abilitata)
23	GND_SDU-SSU	-	A SDU	Riferimento di tensione +5.5VD_SDU-SSU
24	+5.5VD_SDU-SSU	Uscita	A SDU	Alimentazione 5.5 Vdc per unità SDU
25	EN_MEAS_PWR_IS	Ingresso	Da SDU	Abilitazione per alimentazione 12 V e 200 V isolate
26	VBATT_HC	Ingresso	Da Bus Positivo	Alimentazione Vbatt per attuatore interno
27	VBATT_HC	-	-	Non connesso
28	VBATT_HC_SW	-	-	Non connesso
29	VBATT_HC_SW	-	-	Non connesso
30	VBATT_HC_SW	-	-	Non connesso
31	+HV_IS_SP	Ingresso	Dall'uscita (+) dei 4 moduli step-up in serie	Alimentazione 200 V
32	GND_HV_IS_SP	-	Dall'uscita (-) dei 4 moduli step-up in serie	Riferimento 200 V

## 4.2 Modulo MPU

Il modulo *MPU* costituisce il cuore del sistema di elaborazione, memorizzazione e trasmissione dei dati. Esso contiene un vero e proprio computer basato sul sistema operativo Linux. Ciò permette grande flessibilità ed affidabilità del sistema.



Fig. 7 - Modulo MPU

Questo modulo sovrintende a tutte le operazioni di alto livello, l'esecuzione ed il passaggio fra le varie modalità operative (vedi §3.1), l'accensione ed il pilotaggio del modulo SSU durante le operazioni di misura. Lo stato di attività del modulo è identificato tramite diversi indicatori luminosi (vedi §6.1).

Il modulo è dotato delle seguenti connessioni:

- *RJ45*: connessione di rete ethernet 10/100 Mbps; tramite questa connessione *GReTA* può raggiungere internet tramite la connessione al modem /router interno e interfacciarsi con i server di *GReTA-Cloud*. L'utilizzo del modem cellulare richiede l'adozione di una scheda SIM abilitata alla trasmissione dati; per l'impostazione dei parametri necessari al funzionamento, si veda il documento IST\_04068 fornito insieme al modem e il tutorial video del router TXCRA22xx

[#1-Wireless router configuration - YouTube](#)



- *DB9/Com1*: porta seriale RS-232 configurata come *DTE* e utilizzata opzionalmente per la connessione ad apparati di misura addizionali (es. data logger E-Log), dai quali *GReTA* ottiene ulteriori informazioni riguardanti l'ambiente e il terreno.
- *DB9/Com2*: porta seriale RS-232 configurata come *DTE* e utilizzata per la connessione al modulo *SDU*; la connessione a questo modulo avviene tramite un cavo seriale DB9-DB9/Maschio-Femmina di tipo standard. Non è richiesta normalmente alcuna modifica ai parametri di comunicazione (baud rate, formato, etc.) già predisposti da LSI LASTEM. La comunicazione fra *MPU* e *SDU* avviene in modalità *master/slave*, di cui *MPU* è parte master; il protocollo di comunicazione utilizzato è di tipo proprietario.
- *USB*: due porte seriali di tipo *USB host*, utilizzabili per connettere all'unità periferiche utilizzabili per vari scopi, per esempio una scheda per rete Wi-Fi per connettere il sistema in rete tramite un access point locale; si noti che questa possibilità di estensione dello strumento può richiedere operazioni di amministrazione di sistema di tipo manuale, in altre parole questi parametri di configurazione non

sono in questo momento supportati dai programmi disponibili localmente o sulla piattaforma *GReta-Cloud*.

- Dal pannello superiore sono presenti ulteriori connessioni tramite morsettiera, qui descritte:

<b>Morsetto</b>	<b>Segnale</b>	<b>Ingresso / Uscita</b>	<b>Connessione</b>	<b>Descrizione</b>
1	VBATT_SP_MPU	Ingresso	Da PWR	Alimentazione Vbatt
2	EN_VBATT_MO-DEM	Uscita	A PWR	Abilitazione per l'attuatore dell'alimentazione del modem
3	MPU_WAKEUP	Ingresso	Da PWR	Ingresso per risveglio strumento
4	GND_SP_MPU	-	-	Riferimento di tensione
5	EN_PWR_SDU-SSU	Uscita	A PWR	Abilitazione alimentazione unità SDU, SSU-1 e SSU-2
6	SPARE_MPU	-	-	Non connesso

Sul pannello superiore di *MPU* è inoltre presente un bottone (*Wkup*) utilizzabile per risvegliare il sistema dalla modalità di basso consumo e per attivare il menu dei comandi manuali (vedi il §4.3.2).

Sempre sul pannello superiore sono posti indicatori luminosi (*LED*) aventi i seguenti significati:

<b>Simbolo</b>	<b>Significato</b>
<i>Err</i>	Stato di errore dell'unità <i>MPU</i> ; si accende brevemente durante l'avvio del sistema, quindi dovrebbe rimanere costantemente spento
<i>Rdy</i>	Stato di attivazione del modulo <i>MPU</i> : acceso costantemente durante la sua attività, spento in modalità di basso consumo
<i>RJ45-Giallo</i>	Attivo fisso per segnalare lo stato di connessione della linea ethernet; attivo solo con cavo connesso ad apparato di comunicazione ethernet
<i>RJ45-Verde</i>	Lampeggiante per segnalare lo stato di attività della linea ethernet; attivo solo con cavo connesso ad apparato di comunicazione ethernet

Successivamente all'accensione e durante il funzionamento dell'unità *MPU* i led *Err* e *Rdy* sono accesi in base agli stati funzionali indicati dalla seguente tabella:

<b>Stato funzionale</b>	<b>Err</b>	<b>Rdy</b>
Unità spenta	Spento	Spento
Boot (~ 2")	Acceso	Spento
OS loading	Spento	Acceso
<i>GReta</i> FW startup (~ 2")	Acceso	Spento
<i>GReta</i> FW attivo	Spento	Acceso
Sleep (basso consumo)	Spento	Spento

### 4.3 Modulo SDU

Il modulo *SDU* svolge principalmente le funzioni di misura della resistività e della resistenza di contatto; il modulo esegue inoltre altre operazioni secondarie, per esempio la misura della tensione di batteria e della temperatura interna al modulo.



Fig. 8 - Modulo SDU

La misura di resistività avviene svolgendo le seguenti operazioni principali, in base al comando ricevuto dall'unità *MPU*:

- 1) Selezione dei 4 elettrodi specificati nel comando ricevuto; la loro selezione avviene utilizzando e per il tramite delle due unità *SSU*.
- 2) Polarizzazione inversa degli elettrodi, iniettando una corrente con polarità invertita e con valore specificato dal comando.
- 3) Attesa del tempo di polarizzazione specificato dal comando.
- 4) Misura della tensione rilevata dagli elettrodi di misura.
- 5) Inversione della polarizzazione e nuova attesa in base al tempo specificato.
- 6) Misura della tensione rilevata dagli elettrodi di misura.
- 7) Calcolo della resistività apparente.
- 8) Invio della risposta a *MPU*.

Il modulo è dotato delle seguenti connessioni:

- DB9/Com: porta seriale RS-232 configurata come *DTE* e utilizzata per la ricezione dei comandi inviati da *MPU*.
- Connettore RJ11 per riprogrammazione del firmware, riservato ai tecnici LSI LASTEM.
- Nel pannello inferiore è posta una morsettiera in cui sono disponibili le seguenti connessioni:

Morsetto	Segnale	Ingresso / Uscita	Connessione	Descrizione
1	GND-EARTH	-	Da SSU-1	Ground chassis proveniente dall'unità SSU-1
2	P2_(V-)	Ingresso	Da SSU-1	Ingresso negativo della tensione di misura elettrodica
3	P1_(V+)	Ingresso	Da SSU-1	Ingresso positivo della tensione di misura elettrodica
4	C2_(I-)	Ingresso	Da SSU-1	Ritorno negativo della corrente di iniezione elettrodica
5	C1_(I+)	Uscita	A SSU-1	Uscita positivo della corrente di iniezione elettrodica
6	GND-EARTH	-	-	Non connesso
7	GND-EARTH	-	Da PWR	Ground chassis
8	+12V_IS_SP	Ingresso	Da PWR	Alimentazione 12 V isolata
9	GND_12V_IS_SP	-	Da PWR	Riferimento alimentazione 12 V isolata
10	GND-EARTH	-	Da SSU-1/2	Ground chassis
11	DATA_IN_SSU	Uscita	A SSU-1/2	Dati di comando switch relè per SSU-1/2
12	CLOCK_SSU_1	Uscita	A SSU-1	Clock di trasmissione dati a SSU-1
13	LE_SSU	Uscita	A SSU-1/2	Latch enable per SSU-1/2
14	CLOCK_SSU_2	Uscita	A SSU-2	Clock di trasmissione dati a SSU-2
15	GND_SDU-SSU	-	A SSU-1/2	Riferimento di tensione 5.5 V unità SSU-1/2
16	+5.5VD_SDU-SSU	Uscita	A SSU-1/2	Alimentazione 5.5 V unità SSU-1/2
17	GND-EARTH	-	-	Non connesso
18	-	-	-	Non connesso
19	-	-	-	Non connesso
20	-	-	-	Non connesso
21	-	-	-	Non connesso
22	GND-EARTH	-	-	Non connesso
23	GND-EARTH	-	-	Non connesso
24	+HV_IS_SP	Ingresso	Da PWR	Alimentazione 200 V per generazione di corrente
25	GND_HV_IS_SP	-	Da PWR	Riferimento 200 V per generazione di corrente
26	GND-EARTH	-	Da PWR	Ground chassis
27	OUT_LE_TIMER_DEBUG	-	-	Segnale privato
28	VBATT_SDU	Ingresso	Da PWR	Alimentazione Vbatt per generazione interna di tensioni inferiori e/o isolate e monitoraggio tensione batteria
29	GND_SDU-SSU	-	Da PWR	Riferimento alimentazione Vbatt
30	GND_SDU-SSU	-	Da PWR	Riferimento alimentazione Vbatt
31	+5.5VD_SDU-SSU	Ingresso	Da PWR	Alimentazione 5.5 V
32	EN_MEAS_PWR_IS_TIMING	Uscita	A PWR	Abilitazione tensioni isolate (12 V e 200 V)

Sempre sul pannello superiore sono posti indicatori luminosi (*LED*) aventi i seguenti significati:

Simbolo	Significato
Led verde a sx (a fianco porta seriale)	Segnalazione di stato funzionamento; si accende brevemente una volta ogni 3 secondi per segnalare il corretto funzionamento dello strumento, oppure ripetutamente 3 volte ogni 3 secondi in caso di malfunzionamento dell'unità
Led giallo	Indica la trasmissione di dati dalla porta seriale
Led verde a dx	Indica la ricezione dati da parte della porta seriale



### 4.3.1 Parametri di comunicazione seriale

Parametri della linea seriale di SDU impostati di fabbrica:

- Velocità di comunicazione: 9600 bps.
- Parità: nessuna.
- Data-bit: 8.
- Stop-bit: 1.

### 4.3.2 Modalità manuale e indicazioni a display

Il display dello strumento consente di interagire con lo strumento fornendo la possibilità di eseguire alcuni comandi in modo manuale ed immediato, indipendentemente dalle azioni programmate nella configurazione dello strumento. L'attivazione di questi comandi manuali può avvenire sia quando lo strumento è in condizione di attesa, sia in modalità di rilievo in corso. Dovendo interagire con un menu di funzioni tramite un solo bottone di comando, GReTA utilizza queste semplici regole:

- La pressione del bottone attiva il menu, se non già attivo, oppure passa alla funzione di menu successiva a quella corrente; se l'opzione corrente è l'ultima della lista, il menu seleziona nuovamente la prima opzione disponibile.
- La prima opzione disponibile è sempre corrispondente a *No action*; l'attivazione di questa scelta porta alla condizione di attesa iniziale, indicata dalla scritta *Ready*.
- L'attivazione della funzione corrispondente alla voce di menu selezionata avviene attendendo 10"; l'attesa è indicata da un conteggio a ritroso mostrato sulla stessa voce di menu. Al termine del conteggio la funzione viene attivata.

Quando lo strumento sta operando in modalità *OMLP* (basso consumo, vedi §3.1), la prima pressione del bottone determina l'attivazione del sistema ed il suo passaggio alla modalità *OMU* (accensione per uso locale). Questa transizione richiede circa 30 secondi, trascorsi i quali il display dell'unità *SDU* mostra la maschera di presentazione di *GReTA*. Le successive pressioni del bottone portano all'utilizzo delle funzioni disponibili tramite menu. L'attivazione manuale di *GReTA* consente il suo utilizzo per circa 60 minuti, trascorsi i quali lo strumento si riporta spontaneamente in modalità di basso consumo. Il passaggio alla modalità di basso consumo può essere inoltre gestito tramite la funzione di menu *Always on*.

Le funzioni disponibili dal menu principale sono:

- *No action*: nessuna azione attivata, ritorno alla condizione di attesa.
- *Tasks*: ingresso nel menu in cui sono proposti i nomi delle attività programmate nella piattaforma *GReTA-Cloud*; tipicamente questo menu contiene almeno le due attività qui indicate, ma possono eventualmente essere disponibili diverse voci, in base alla configurazione corrente programmata tramite la piattaforma *GReTA-Cloud*:
  - *No action*: nessuna azione attivata, ritorno al menu di livello superiore.
  - *ground*: attivazione del rilievo per la misurazione della resistività.
  - *contact*: attivazione delle misure per la determinazione delle resistenze di contatto fra gli elettrodi e il terreno.
- *Tools*: ingresso nel menu con alcune funzioni di utilità:
  - *No action*: nessuna azione attivata, ritorno al menu di livello superiore.
  - *Send data*: invia immediatamente alla piattaforma *GReTA-Cloud* l'ultimo rilievo eseguito di misura di resistività e/o di contatto.

- *Send status*: invia immediatamente alla piattaforma *GReTA-Cloud* lo stato di funzionamento diagnostico.
- *Check new config*: esegue il controllo presso la piattaforma *GReTA-Cloud* della disponibilità di una nuova configurazione e, se presente, la preleva e la rende attiva nello strumento.
- *Reboot*: esegue il riavvio dello strumento; se il comando è utilizzato durante l'esecuzione di un rilievo di misura, questo viene arrestato e, al successivo riavvio, non sarà ripreso dal punto in cui è stato interrotto. Il riavvio avviene circa un minuto dopo l'attivazione di questa funzione.
- *Always on*: ingresso nel menu di scelta dello stato di accensione dello strumento; questo menu non è disponibile qualora lo strumento sia già configurato a livello di sistema per rimanere costantemente attivo. Il menu porta alle seguenti scelte:
  - *No action*: nessuna azione attivata, ritorno al menu di livello superiore.
  - *Enabled*: lo strumento rimane permanentemente attivo in modalità *OMU*; usare questa funzione con cautela, considerando il conseguente aumento del consumo energetico da parte dello strumento.
  - *Disabled*: lo strumento attiva la modalità *OMLP* circa 1 minuto dopo l'attivazione di questa funzione, ma solo se non sono programmate attività di misura nei minuti immediatamente successivi, nel qual caso lo strumento rimane comunque attivo per consentire lo svolgimento di tali attività.

Lo strumento, tramite il display, fornisce inoltre alcune informazioni diagnostiche sul funzionamento del sistema. In particolare:

- All'accensione dell'unità *SDU* sono riportati il codice prodotto e la versione di firmware al suo interno.
- Durante il processo di misura operato dall'unità *MPU* sono mostrati il numero del passo di esecuzione rispetto al totale previsto per il rilievo in corso e la posizioni degli elettrodi utilizzati in quell'istante.
- Al termine del processo di misura è indicata l'operazione di invio dati, lo stato di completamento e l'ora di termine delle operazioni.

Si noti che qualora la modalità impostata nel sistema per la gestione dello stato di attesa sia di tipo a basso consumo, il display si spegne, come tutta la parte restante di *SDU*, perdendo quindi le informazioni visualizzate.

## 4.4 Moduli SSU

I moduli *SSU* svolgono la funzione di interfaccia e commutazione elettrica fra il modulo *SDU* e gli elettrodi posti nel terreno.



Fig. 9 - Modulo SSU

Il modulo *SSU* è dotato delle seguenti connessioni poste sulla morsettiera **superiore**:

Morsetto	Segnale	Ingresso / Uscita	Connessione	Descrizione
1	GND-EARTH	-	A SDU	Ground chassis
2	C1_(I+)	Ingresso	Da SDU	Ingresso positivo della corrente di iniezione elettrodica
3	C2_(I-)	Uscita	A SDU	Uscita negativo della corrente di iniezione elettrodica
4	P1_(V+)	Uscita	A SDU	Uscita positivo della tensione di misura elettrodica
5	P2_(V-)	Uscita	A SDU	Uscita negativo della tensione di misura elettrodica
6	GND-EARTH	-	A SDU	Ground chassis
7	-	-	-	Non connesso
8	LE_SSU	Ingresso	Da SDU	Latch enable
9	CLOCK_SSU_1	Ingresso	Da SDU	Clock di temporizzazione dati
10	DATA_IN_SSU	Ingresso	Da SDU	Dati di comando switch relè
11	GND_SDU-SSU	-	Da SDU	Riferimento di tensione 5.5 Vdc
12	+5.5VD_SDU-SSU	Ingresso	Da SDU	Alimentazione 5.5 Vdc
13	GND-EARTH	-	A SSU-2	Ground chassis
14	C1_(I+)	Uscita	A SSU-2	Uscita positivo della corrente di iniezione elettrodica
15	C2_(I-)	Ingresso	Da SSU-2	Ingresso negativo della corrente di iniezione elettrodica
16	P1_(V+)	Ingresso	Da SSU-2	Ingresso positivo della tensione di misura elettrodica
17	P2_(V-)	Ingresso	Da SSU-2	Ingresso negativo della tensione di misura elettrodica
18	GND-EARTH	-	Da SSU-2	Ground chassis
19	-	-	-	Non connesso
20	LE_SSU	-	-	Non connesso
21	CLOCK_SSU_1	-	-	Non connesso
22	DATA_IN_SSU	-	-	Non connesso
23	GND_SDU-SSU	-	-	Non connesso
24	+5.5VD_SDU-SSU	-	-	Non connesso

Dalla morsettiera posta sul lato **inferiore** sono invece disponibili le seguenti connessioni:

<b>Morsetto</b>	<b>Descrizione (SSU-1 / SSU-2) RE 1</b>	<b>Descrizione (SSU-1 / SSU-2) RE 0</b>
1	Elettrodo 23 / 24	Elettrodo 0 / 24
2	Elettrodo 22 / 25	Elettrodo 1 / 25
3	Elettrodo 21 / 26	Elettrodo 2 / 26
4	Elettrodo 20 / 27	Elettrodo 3 / 27
5	Elettrodo 19 / 28	Elettrodo 4 / 28
6	Elettrodo 18 / 29	Elettrodo 5 / 29
7	Elettrodo 17 / 30	Elettrodo 6 / 30
8	Elettrodo 16 / 31	Elettrodo 7 / 31
9	Elettrodo 15 / 32	Elettrodo 8 / 32
10	Elettrodo 14 / 33	Elettrodo 9 / 33
11	Elettrodo 13 / 34	Elettrodo 10 / 34
12	Elettrodo 12 / 35	Elettrodo 11 / 35
13	Elettrodo 11 / 36	Elettrodo 12 / 36
14	Elettrodo 10 / 37	Elettrodo 13 / 37
15	Elettrodo 9 / 38	Elettrodo 14 / 38
16	Elettrodo 8 / 39	Elettrodo 15 / 39
17	Elettrodo 7 / 40	Elettrodo 16 / 40
18	Elettrodo 6 / 41	Elettrodo 17 / 41
19	Elettrodo 5 / 42	Elettrodo 18 / 42
20	Elettrodo 4 / 43	Elettrodo 19 / 43
21	Elettrodo 3 / 44	Elettrodo 20 / 44
22	Elettrodo 2 / 45	Elettrodo 21 / 45
23	Elettrodo 1 / 46	Elettrodo 22 / 46
24	Elettrodo 0 / 47	Elettrodo 23 / 47

Ognuno dei due moduli supporta la connessione a 24 elettrodi. A differenza dei morsetti, la numerazione logica degli elettrodi ha base zero e segue, considerando l'assieme strumentale di *GReta* posto al centro delle due linee elettrodiche, una numerazione invertita per la linea elettrodica posta sul lato sinistro e una numerazione non invertita per la linea posta sul lato destro. Ciò è valido qualora sia in uso l'inversione della numerazione elettrodica (comando *RE 1*). La scelta di questo schema è dovuta alla possibilità di perfetta intercambiabilità dei due moduli *SSU-1* e *SSU-2*, dei cavi interni di interconnessione e delle due linee elettrodiche. La differenziazione fra le due unità è unicamente determinata dai segnali *CLOCK\_SSU\_1* e *CLOCK\_SSU\_2* e dalle logiche di commutazione dei segnali generate dal sistema. Per questo motivo nei comandi di selezione degli elettrodi la loro numerazione logica, complessiva per entrambe le linee, segue quella progressiva naturale da sinistra a destra, ovvero, il primo elettrodo a sinistra identificato dal numero zero, l'ultimo a destra identificato dal numero 47.

Se la numerazione non è invertita (*RE 0*) gli elettrodi seguono una numerazione progressiva alla pari dei morsetti dell'unità *SSU*, se non per la differente base di numerazione (base zero i primi, base uno i secondi).

La scelta del tipo di numerazione dipende dal tipo di stendimento elettrodico, come indicato nei commenti relativi al comando *RE* e da quanto spiegato nel §3.4

Dal punto di vista del montaggio dei due moduli entro il box di controllo, il modulo sottostante corrisponde a *SSE-1* ed è collegato al connettore stagno posteriore (considerando il box aperto verso l'operatore), mentre il modulo soprastante, più vicino all'apertura del box, corrisponde a *SSE-2* ed è collegato al connettore stagno anteriore. La seguente figura mostra la disposizione delle due unità:

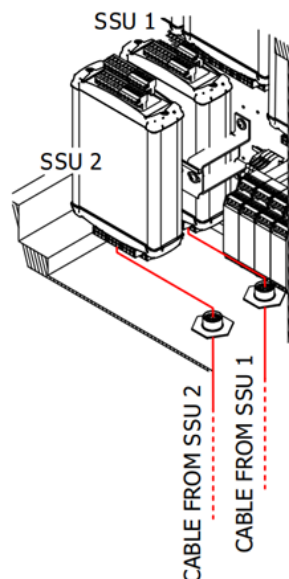


Fig. 10 - Moduli SSU-1 e SSU-2

## 4.5 Porta-fusibili

Il porta-fusibili provvede alla protezione di 6 linee di alimentazione a 12 V; al suo interno è disponibile una scorta di due fusibili.



Fig. 11 - Unità porta-fusibili

Le linee protette sono tutte provenienti dalla batteria e destinate a:

- Alimentatore da linea di alimentazione da rete elettrica.
- Regolatore di carica da modulo fotovoltaico.
- Tre linee connesse ai due ingressi COM del relè.
- Una linea connessa per attuatore interno al modulo PWR.

L'apparato utilizza segnalazioni luminose (LED) che si accendono qualora il corrispondente fusibile risulti interrotto.

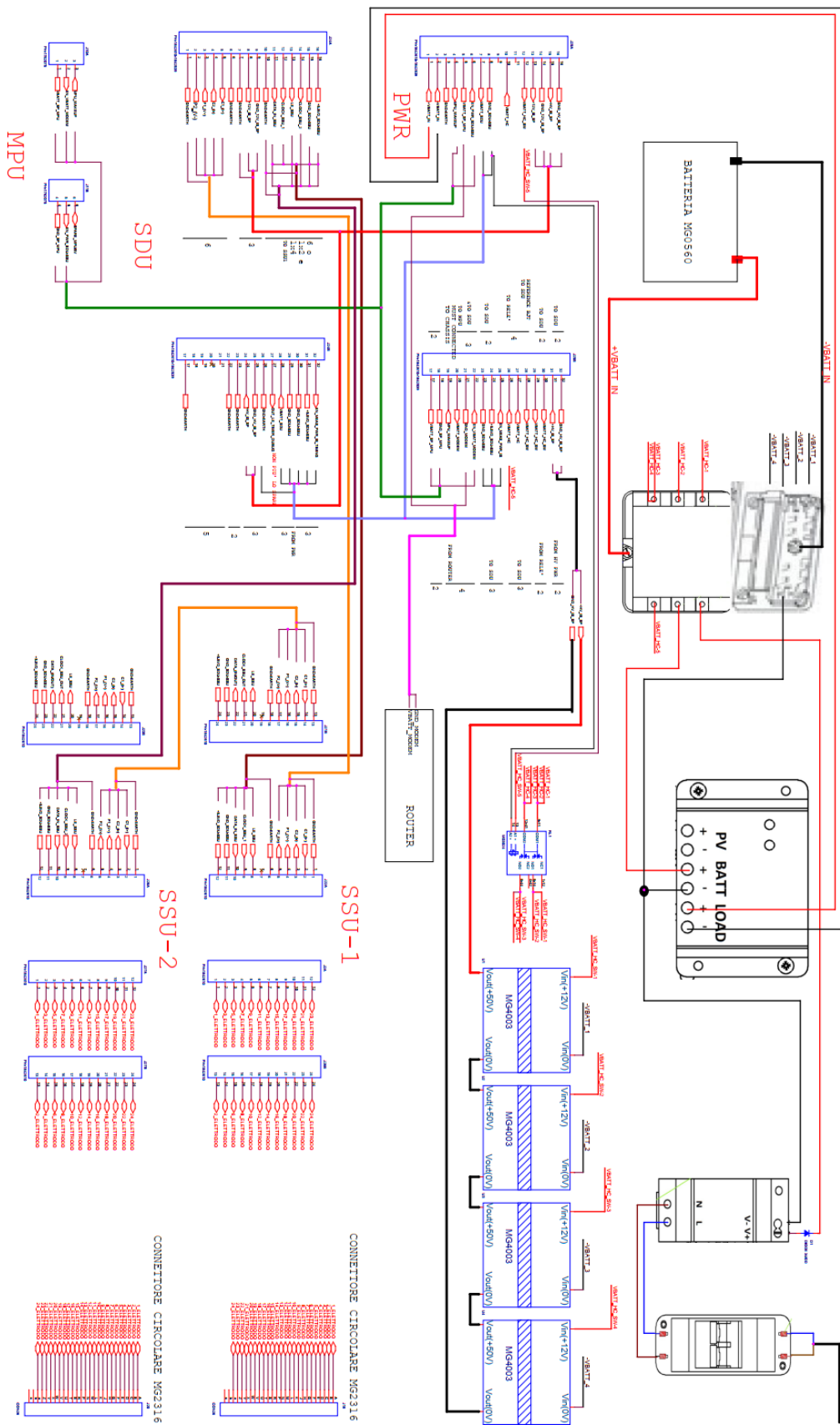
Sono compatibili i fusibili a lama del tipo *ATO standard fuse* oppure *Mini fuse*.

## 4.6 Regolatore PV

Il regolatore di carica per il modulo fotovoltaico converte l'energia proveniente dalla radiazione solare in energia elettrica e la accumula nelle batterie.

Il regolatore è già programmato per funzionare con batterie di tipo *sealed lead acid*. Per le operazioni di verifica e riprogrammazione, fare riferimento alla documentazione fornita insieme al dispositivo.

## 4.7 Schema di interconnessione dei moduli



## 5 Installazione, prima accensione e configurazione del sistema

### 5.1 Installazione

Per l'installazione meccanica ed elettrica fare riferimento al documento *INSTUM\_03338 – GReTA- Manuale installazione*.

### 5.2 Prima accensione

Al fine di verificare la corretta installazione del dispositivo sarà necessario effettuare una serie di verifiche sia sulla corretta installazione fisica del dispositivo e dei cavi di misurazione, sia sulla corretta comunicazione dal dispositivo con il modem/router cellulare e le altre componenti del sistema.

Eseguire in sequenza le seguenti azioni e verifiche di base:

- 1) Accensione dell'alimentazione generale mediante l'interruttore posto sul pannello superiore dell'unità *PWR*; l'accensione è confermata dall'attivazione del LED *On*.
- 2) Dopo pochi istanti si attiva l'unità *MPU*, confermata dall'accensione dei LED verde e rosso.
- 3) Entro circa due minuti dovrebbe accendersi l'unità *SDU* (ciò non avviene se il sistema è impostato per l'utilizzo della modalità *OMLP*, vedi §3.1). Contestualmente si attiva anche l'alimentazione del modem/router, indicata dall'accensione del LED verde in corrispondenza dell'icona *Modem* del pannello dell'unità *PWR*. Il modem può risultare comunque già acceso qualora sia stata preimpostata la sua alimentazione in modo fisso, senza che necessariamente si attivi la corrispondente sezione di alimentazione da parte dell'unità *PWR*.
- 4) Al termine delle fasi iniziali di avvio, *GReTA* è pronto per essere configurato o per ricevere comandi tramite il bottone rosso posto sul pannello dell'unità *MPU*. Seguire le istruzioni indicate ai seguenti paragrafi.

In caso di problemi, ulteriori indicazioni sugli stati di funzionamento e le possibili verifiche sui segnali sono riportate nel §9.

### 5.3 Configurazione del sistema

*GReTA* è predisposto di fabbrica con una configurazione di base; tuttavia, potrebbe essere necessario operare alcune configurazioni aggiuntive prima del suo utilizzo. La configurazione può essere modificata in due diversi modi:

- Tramite la piattaforma *GReTA-Cloud*: le modifiche effettuate dal cloud intervengono principalmente sulla configurazione delle misure e delle operazioni che lo strumento esegue automaticamente.
- Tramite chiavetta USB: la configurazione applicata tramite l'uso della chiavetta USB è tipicamente di basso livello ed incide su caratteristiche del sistema quali:
  - *Company* di appartenenza dello strumento. Ciò riflette l'appartenenza dei dati alla società specificata e determina anche l'assegnazione dei dati prodotti dallo strumento all'interno del sistema *GReTA-Cloud*.
  - Impostazione dei parametri di comunicazione TCP/IP utilizzati dall'interfaccia Ethernet.
  - Diagnostica.
  - Impostazione della modalità operativa.

Per tutto quello che riguarda la configurazione e gestione degli strumenti tramite la piattaforma *GReTA-Cloud* si rimanda al relativo manuale.

### 5.3.1 Operazioni generate tramite chiavetta USB

Le operazioni eseguite tramite chiavetta USB avvengono generando, per ogni operazione, una coppia di file:

- File di *configurazione*: le istruzioni da far eseguire allo strumento, ad esempio *xxxxx.company*.
- File di *autenticazione*: firma digitale del file di configurazione, ad esempio *xxxxx.company.auth*.

Ogni operazione generata è vincolata ad un singolo strumento, il quale ne verificherà la firma digitale e il livello di autorizzazione legato alla firma. File non autorizzati non possono modificare il funzionamento di *GReTA* in alcun modo.

Le operazioni sono divise su due livelli di autorizzazione:

- Livello *ADMIN*: sono tutte le operazioni eseguibili solo su autorizzazione o su richiesta di LSI LASTEM.
- Livello *USER*: sono le operazioni eseguibili in autonomia dall'utente finale.

A seconda del livello di autorizzazione, le configurazioni possono essere generate da LSI LASTEM o dall'utente finale.

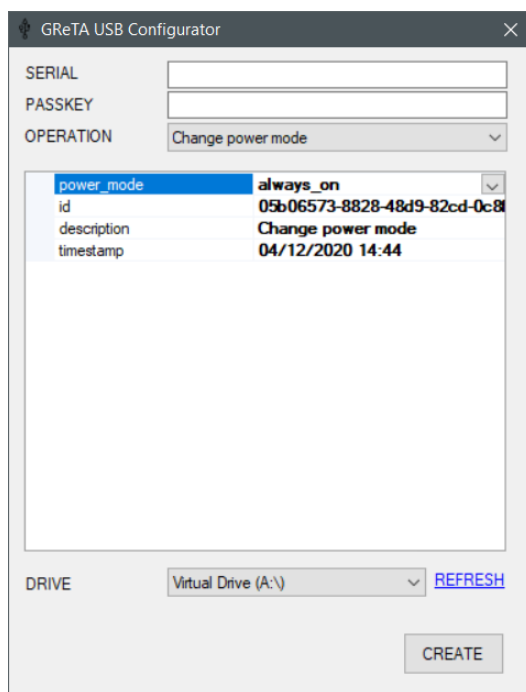
Le operazioni generabili dal programma riguardano la configurazione dello strumento, lo scarico dei dati e delle informazioni diagnostiche.

#### 5.3.1.1 Programma *GReTA.USBConfig*

La generazione delle operazioni per chiavetta USB avviene tramite il programma *GReTA.USBConfig*. Questo programma funziona in ambiente Microsoft Windows e non richiede installazione, il programma può infatti essere avviato direttamente dalla chiavetta USB fornita con *GReTA*.

L'interfaccia utente del programma è molto semplice: propone innanzitutto l'inserimento del numero di serie di *GReTA* (*serial*) e la password (*passkey*) fornite da LSI LASTEM; queste informazioni sono riportate nel documento accompagnatorio di *GReTA*; successivamente propone la selezione delle operazioni permesse in base al livello di autorizzazione ottenuto.





Ogni operazione generata dal programma è definita da tre campi descrittivi: *id*, *timestamp* e *description*. Tali informazioni servono all'utente per documentare quale operazione esegue il file di configurazione e quando è stata generata. Altri campi informativi sono resi disponibili dal programma a seconda dell'operazione selezionata.

Il campo *drive* permette di specificare l'unità rimovibile dove il programma memorizza i file generati; all'interno di questo dispositivo è generata una struttura di directory compatibile a quanto atteso da GReTA (DRIVE:\<serial>\run\).

Alla pressione del tasto *CREATE* il programma esegue opportuni controlli di validazione sui campi non descrittivi impostati dall'utente; in caso di validazione positiva viene di conseguenza generata la coppia di file.

### 5.3.1.2 Esecuzione delle operazioni in GReTA

Per eseguire le operazioni precedentemente preparate dal programma occorre innanzitutto inserire la chiavetta USB in una delle due porte USB dello strumento; l'inserimento della chiavetta ne determina l'esecuzione da parte di GReTA in modo completamente automatico. Al termine dell'esecuzione è possibile determinarne l'esito come qui di seguito descritto.

L'unità MPU utilizza i led di stato (rosso e verde) per segnalare l'avanzamento e il termine del processo di esecuzione delle operazioni. I led sono utilizzati in questo modo:

- Led entrambi spenti: lo strumento ha identificato almeno un'operazione disponibile da eseguire, quindi procede con la sua esecuzione.
- Led verde lampeggiante 5 volte: tutte le operazioni sono state eseguite correttamente.
- Led rosso lampeggiante 5 volte: una o più operazioni hanno riscontrato un errore di esecuzione.

NOTA: alcune operazioni potrebbero dover richiedere il riavvio dello strumento dopo la loro applicazione, il reboot dello strumento avverrà immediatamente dopo alla segnalazione tramite led di termine dell'esecuzione.

Il risultato delle operazioni eseguite è disponibile sulla chiavetta USB. Per visionare questi stati occorre estrarre la chiavetta da GR<sub>e</sub>TA, collegarla al PC e “navigare” nei file contenuti al suo interno. Si noter  che ogni file di configurazione   stato rinominato aggiungendo un’ulteriore estensione, in base ai seguenti criteri:

<b>Estensione</b>	<b>Descrizione</b>
.done	Operazione eseguita con successo
.ignored	Operazione ignorata o non necessaria
.error	Operazione fallita con errore
.wrong	Operazione fallita per parametro errato
.unauth	Operazione fallita per mancanza del livello di autorizzazione richiesto

Le operazioni possono essere eseguite nuovamente, rimuovendone l’estensione applicata dallo strumento durante la loro esecuzione.

## 6 Diagnostica

### 6.1 LED di stato funzionale

GReTA dispone di diverse segnalazioni luminose che indicano lo stato funzionale di specifiche sezioni del sistema. I dettagli relativi alle segnalazioni delle unità funzionali di GReTA sono riportati nei rispettivi paragrafi, in particolare:

- PWR: §0
- MPU: §0
- SDU: §0
- Portafusibili: §4.5
- Sezioni di alimentazione ad alta tensione: §2.2

Relativamente alle segnalazioni del regolatore di carica batteria da modulo fotovoltaico:

- Led Verde:
  - Spento: tensione assente da modulo fotovoltaico.
  - Acceso fisso: batteria sotto carica in condizione regolare.
  - Acceso lampeggiante: sovraccarico da modulo fotovoltaico.
- Led Rosso:
  - Spento: batteria non connessa.
  - Acceso fisso: batteria a tensione normale.
  - Lampeggio lento: livello di batteria basso.
  - Lampeggio veloce: batteria scarica.

### 6.2 Indicazioni su display

Questo argomento è trattato al §4.3.2.

## 7 Caratteristiche tecniche

- Numero canali: max. 48 elettrodi.
- Circuito di iniezione di corrente (trasmettitore):
  - Modulazione della corrente da 0.001 a 0.4 A, risoluzione migliore di 120  $\mu$ A.
  - Misura della corrente:
    - Risoluzione: 1  $\mu$ A.
    - Stabilità: 0.0025% VM.
    - Accuratezza: migliore di 60  $\mu$ A.
- Misura della tensione elettrodica (ricevitore):
  - Due scale di misura con cambio scala automatico.
  - Reiezione al rumore di rete con filtraggio automatico a 50 e 60 Hz.
  - Impedenza d'ingresso:  $1.6 \cdot 10^{10} \Omega$ .
  - Scala  $\pm 0.47$ V:
    - Risoluzione: circa 1  $\mu$ V.
    - Stabilità: migliore di 0.12% VM.
    - Accuratezza: 70  $\mu$ V.
  - Scala  $\pm 4.7$  V:
    - Risoluzione: circa 10  $\mu$ V.
    - Stabilità: migliore di 0.03% VM.
    - Accuratezza: 700  $\mu$ V.
- Misura della temperatura interna su due punti (scheda elettronica e dissipatore termico):
  - Scala di misura:  $-55 \div 150$  °C.
  - Risoluzione: 0.1 °C.
  - Accuratezza:  $\pm 0.3$  °C.
- Sicurezza elettrica: disconnessione automatica della tensione dopo circa 4" in caso di blocco del sistema.
- Alimentazione:
  - Da modulo fotovoltaico 50 Wp (ottimizzato per un rilievo al giorno; prestazione dipendente dalla latitudine e dalle condizioni di insolazione del sito).
  - Da rete 115/230 Vac.
  - Batteria di backup: 40 Ah.
  - Box di alimentazione supplementare (opzionale).
  - Fusibili di protezione (nr. 6) delle linee di alimentazione a 12 V.
  - Consumo energetico:
    - 150 mW modalità a basso consumo, modem/router non attivo.
    - 5 W modalità a basso consumo, modem/router attivo.
    - 7 W attesa, modem/router attivo.
    - 115 W max durante la misura alla massima potenza.
  - Autonomia energetica nominale: > 10 gg, considerando:
    - Uso di una batteria da 40 Ah completamente carica.
    - Modulo di alimentazione supplementare assente.
    - Completa assenza di sole.
    - Modalità di basso consumo di GReTA e del modem/router abilitata.
    - Esecuzione di un rilievo al giorno di durata 40 minuti e con potenza di iniezione media di 60 W (ciò dipende dalle condizioni resistive del terreno, dalla spaziatura degli

elettrodi, dallo schema d'iniezione e dai parametri impostati; il valore qui riportato è puramente indicativo, considerando una sequenza di misura standard).

- **Box principale:**
  - Materiale: poliestere stampato a caldo e rinforzato con fibra di vetro.
  - Dimensioni: 730 x 530 x 270 mm (esclusi connettori esterni).
  - Peso complessivo (senza batteria): 13.5 kg.
  - Peso batteria 13.5 kg.
  - Grado di protezione ambientale: IP66.
- **Box di alimentazione supplementare:**
  - Dimensioni: 515 x 415 x 230 mm (esclusi connettori esterni).
  - Peso: TBD.
- **Elettrodi:**
  - Materiale: acciaio inossidabile AISI 316.
  - Dimensioni:
    - Aletta: 40 x 150 mm oppure 200 x 150 mm, spessore 1 mm.
    - Picchetto: lunghezza 400 mm, diametro 10 mm.
- **Cavo di linea elettrodica:**
  - Resistente a soluzioni di ammoniaca e biogas; adatto per l'uso in ambienti industriali, negli impianti chimici, di compostaggio e di depurazione.
  - Resistente all'ozono, ai raggi UV e agli agenti atmosferici secondo EN 50396 e HD 605 S3.
  - Resistente all'acido solforico fino ad una concentrazione massima del 20%.
  - Conforme alle norme VDE 0250 / 0285, EN 50565-2.
  - Protezione aggiuntiva anti-roditore (in base a modello di prodotto).
  - Tensione nominale: U0/U: 300/500 V.
  - Tensione di prova: 4000 V.
  - Temperatura operativa:
    - Installazione: -40 ÷ 80 °C
    - Posa fissa: -50 ÷ 80 °C

## 8 Codifiche commerciali

I prodotti facenti parte del sistema *GReta* sono indicati da LSI LASTEM per mezzo delle seguenti codifiche commerciali:

<b>Unità</b>	<b>Codice*</b>	<b>Descrizione</b>
Acquisizione e alimentazione	GRT001.3	G.Re.T.A. ONE Geo-Resistivimetro, include MPU+SDU+PWR+SSU,+ Batteria 40Ah, 4G Global Modem/Router, scatola IP66
	GRT2A0100	G.Re.T.A. ONE Geo-Resistivimetro, include MPU+SDU+PWR+SSU,+ Batteria 40Ah, 4G Global Modem/Router, scatola IP66. Possibilità di collegamento a battery pack opzionale
	GRT2A0110	G.Re.T.A. ONE Geo-Resistivimetro, include MPU+SDU+PWR+SSU,+ Batteria 40Ah, 4G Global Modem/Router, scatola IP66. Possibilità di collegamento a battery pack opzionale, completa di data logger per misura di grandezze ambientali addizionali
Battery pack Opz.	GRT2A0200	Unità di alimentazione supplementare con ingresso da modulo fotovoltaico e batteria inclusa
	CCDCB0002	Cavo intestato con connettori per interconnessione unità GRT2A01xx e unità di alimentazione addizionale GRT2A02xx (incluso in GRT2A0200)
	EDPSA2190	Batteria Pb sigillata 90 Ah supplementare per GRT2A0200, cinghia di fissaggio inclusa
Antenna Opz.	TXANA3033	Antenna SMA COMBO MIMO mobile / GNSS /WIFI ROOF
Pannello Solare	DYA101	Pannello solare 50 W
	DYA064	Attacco pannello solare palo D=45÷A65 mm
Palo e Tiranti	DYA010.1	Palo/H=3m/D=50mm (Acciaio inox AISI304)
	DYA077	Supporto/ELFxxx/a palo D=45÷65 mm
	DYA021	Base palo Ø 50 mm/istallazioni su terra
	DYA023	Set di n. 3 picchetti per DYAO21 o DYAO21.1
	DYA028	Set di n. 3 tiranti per pali meteo
	DYA026	Set di n. 3 picchetti L.1 m
Cavi (2 per sistema)	CCECB0110	Cavo con 24 elettrodi / 1 m distanza elettrodica / senza guaina antiroditore
	CCECB0210	Cavo con 24 elettrodi / 2 m distanza elettrodica / senza guaina antiroditore
	CCECB0310	Cavo con 24 elettrodi / 3 m distanza elettrodica / senza guaina antiroditore
	CCECB0111	Cavo con 24 elettrodi / 1 m distanza elettrodica / con guaina antiroditore
	CCECB0211	Cavo con 24 elettrodi / 2 m distanza elettrodica / con guaina antiroditore
	CCECA0911	Cavo con 24 elettrodi / 2.5 m distanza elettrodica / con guaina antiroditore
	CCECB0311	Cavo con 24 elettrodi / 3 m distanza elettrodica / con guaina antiroditore
	CCECB0220	Cavo con 24 elettrodi allungato per Installazione Verticale / 2 m distanza elettrodica / senza guaina antiroditore
	CCECB0320	Cavo con 24 elettrodi allungato per Installazione Verticale / 3 m distanza elettrodica / senza guaina antiroditore
Elettrodi	MAGEB0001	Set di 50 elettrodi ad ala in acciaio inox - 40x150 mm - Piastra (installazione verticale)
	MAGEB1001	Set di 50 elettrodi ad ala in acciaio inox - 230x128 mm - Piastra (installazione orizzontale)
	MAGEB0111	Set di 50 elettrodi ad ala in acciaio inox - 28x230 mm - Rete (installazione verticale)
	MAGEB1111	Set di 50 elettrodi ad ala in acciaio inox - 128x230 mm - Rete (installazione orizzontale)
	MAGEB9221	Set di 50 elettrodi a picchetto in acciaio inox 400 mm con accessori di connessione
Installazione	DZZINST	Installazione e Commissioning, al giorno, per pers. (spese di viaggio, vitto e alloggio ESCLUSE)
Servizi Web	SWCLA1100	G.Re.T.A. GeoResistivimetro - Prima configurazione software
	SWCLA1022	G.Re.T.A. GeoResistivimetro - Licenza annuale software

(\*) alcuni codici potrebbero differire dalla presente tabella. Per una esatta identificazione del prodotto si consiglia di contattare LSI Lastem.


## 9 Ricerca guasti

### 9.1 Verifiche elettriche

Questa sezione del documento descrive le verifiche elettriche che possono essere condotte nel sistema in caso di malfunzionamento.

La presenza delle tensioni qui riportate è funzione della sequenza di accensione e funzionamento che avvengono dopo l'accensione del sistema in base alle seguenti fasi:

<b>Step</b>	<b>Condizione / Azione</b>	<b>Effetto</b>	<b>Verifica</b>	<b>Fault</b>
1	Sistema alimentato tramite modulo fotovoltaico; presenza di forte insolazione	Il regolatore carica la batteria	Led verde acceso su regolatore di carica della batteria	Mancanza di completa insolazione del modulo fotovoltaico; in presenza di sole la tensione ai capi del regolatore fotovoltaico (morsetti <i>PV</i> ) deve essere maggiore di 15 V; tensione maggiore di 12 V presente sui morsetti <i>LOAD</i> , in caso contrario regolatore guasto o non correttamente configurato
2	Sistema alimentato da rete elettrica; interruttore magnetotermico in posizione <i>ON</i>	L'alimentatore 230 Vca/13.8 Vdc si accende	Led blu acceso sull'alimentatore da rete elettrica; tensione misurata a vuoto (batteria disconnessa) deve essere 13.8 V	Mancanza di tensione da rete elettrica; se tensione di rete presente e tensione 13.8 V assente: alimentatore guasto; se tensione in uscita diversa, scollegare batteria, rimisurarla ed eventualmente regolarla tramite la vite di regolazione posta sul pannello frontale dell'alimentatore
3	Accensione unità <i>PWR</i> (interruttore lato superiore)	Accensione led <i>On</i> (verde) su modulo <i>PWR</i> : si attiva una parte del sistema	Uscita alimentazione (>12 V) da unità <i>PWR</i> , morsetti 17(+) e 18(-)	Verificare presenza alimentazione su unità <i>PWR</i> , morsetti 1(+) e 2(-); se alimentazione presente: unità <i>PWR</i> guasta
4	Unità <i>PWR</i> già attiva; dopo un ritardo di qualche secondo	Si attiva l'unità <i>MPU</i> : accensione led <i>Rdy</i> (verde) e <i>Err</i> (rosso). Il led <i>Rdy</i> si spegne comunque dopo circa un'ora se lo strumento è programmato in modalità <i>OMLP</i>	Il led <i>Err</i> si spegne dopo qualche istante	Se led <i>Rdy</i> spento: verificare alimentazione (>12 V) su unità <i>MPU</i> , morsetti 1(+) e 4(-); se alimentazione presente: unità <i>MPU</i> guasta
5	Unità <i>MPU</i> già attiva, strumento non configurato per uso modalità <i>OMLP</i> ; in questo caso attivarlo tramite pressione del bottone rosso	Accensione led <i>Modem</i> (verde) su unità <i>PWR</i> .	Accensione del modem/router; lampeggio del suo led in base allo stato di connessione della rete cellulare	Se led <i>Modem</i> su unità <i>PWR</i> non si accende, verificare tensione di abilitazione (3.3 V) su unità <i>MPU</i> , morsetti 2(+) e 4(-); se non presente unità <i>MPU</i> guasta o non correttamente configurata; se led <i>Modem</i> acceso e modem/router non attivo: verificare alimentazione (>12 V) su unità <i>PWR</i> , morsetti 20(+) e 21(-); se tensione presente: modem/router guasto
6	Unità <i>MPU</i> già attiva, strumento non configurato per uso modalità <i>OMLP</i> ; in questo caso attivarlo tramite pressione del bottone rosso	Attivazione della comunicazione fra unità <i>MPU</i> e modem/router	Lampeggio led su connettore RJ45 (Ethernet) su unità <i>MPU</i>	Led spenti: controllare stato di accensione del modem/router; controllare connessione del cavo Ethernet ai due apparati; collegare temporaneamente un PC per verificare lo stato della linea e discriminare quale dei due apparati non è attivo o non funzionante
7	Unità <i>MPU</i> già attiva, strumento non configurato per uso modalità <i>OMLP</i> ; in questo caso attivarlo tramite pressione del bottone rosso	Si attiva l'unità <i>SDU</i> : accensione led <i>SDU</i> (verde) su unità <i>PWR</i>	Accensione del visore LCD di <i>SDU</i> ; lampeggio del led <i>Ok</i> di <i>SDU</i> ogni 3"	Se visore LCD spento: verificare tensione del segnale di abilitazione (3.3 V) su unità <i>MPU</i> , morsetti 5(+) e 4(-), quindi su unità <i>PWR</i> , alimentazione (5.4 V) morsetti 24(+) e 23(-), alimentazione (>12 V) morsetti 7(+) e 8(-); se alimentazioni presenti: unità <i>SDU</i> guasta; se alimentazioni assenti: unità <i>PWR</i> guasta

8	Misurazioni in corso (da orario programmato o tramite attivazione manuale da menu locale)	<p>Si accende la sezione di alimentazione ad alta tensione.</p>  <p><b><u>Pericolo di folgorazione.</u></b></p>	<p>Led giallo <i>HV</i> acceso su unità <i>PWR</i>; accensione degli alimentatori di alta tensione, indicazione dell'attivazione tramite accensione dei 4 led corrispondenti. Presenza di tensione (<b>200 V</b>) su unità <i>PWR</i>, morsetti 31(+) e 32(-)</p>	<p>Se tutti i led sono spenti: mancanza di alimentazione da batteria, quindi verificare l'unità fusibili; verificare attivazione relè tramite segnale di abilitazione (5 V) da unità <i>SDU</i>, morsetti 32(+) e 30(-), tensione (&gt;12 V) di accensione bobina relè da unità <i>PWR</i>, morsetti 12(+) e 8(-); se led parzialmente non accesi: mancanza di alimentazione da batteria, quindi verificare l'unità fusibili; se fusibili non bruciati, alimentatori non funzionanti</p>
---	---	--	---	--



## 10 Manutenzione

### 10.1 Sistema di house-keeping

La maggior parte dei file prodotti all'interno del modulo MPU è soggetta alla funzione di *house-keeping*, attivata automaticamente ogni giorno per mantenere lo spazio di memoria a valori adeguati; questa è una condizione essenziale al fine del corretto funzionamento del sistema operativo. La funzione di *house-keeping* è configurata in modo da mantenere gli ultimi dati misurati seguendo le seguenti azioni, svolte in modo progressivo ed automatico, senza necessità di azioni da parte dell'utente:

1. Eliminazione dei file dati già inviati alla piattaforma e più vecchi di un anno.
2. Se lo spazio occupato nel sistema risulta ancora maggiore del 95% del totale: eliminazione dei file dati già trasmessi, anche più recenti, fino a raggiungere lo spazio desiderato.
3. Se lo spazio occupato nel sistema risulta ancora maggiore del 95% del totale: cancellazione progressiva dei file di log del sistema operativo.
4. Se lo spazio occupato nel sistema risulta ancora maggiore del 95% del totale (condizione anomala ed improbabile): eliminazione progressiva dei file dati ancora da trasmettere alla piattaforma GReTA-Cloud.

### 10.2 Batteria

La batteria al piombo da 12 V contenuta in GReTA, essendo di tipo sigillato, non richiede manutenzione, se non la sua sostituzione periodica che avviene dopo il suo regolare ciclo di vita.

La durata di questo componente è funzione delle condizioni operative avvenute durante il suo funzionamento. In generale la batteria tende a degradarsi qualora mantenuta a lungo a bassissimi livelli di carica, tipicamente inferiore a 11 V; il degrado è inoltre determinato dalle condizioni di temperatura operativa: maggiore è la temperatura ed inferiore è la durata della batteria. In condizioni operative normali la batteria ha un ciclo di vita utile di circa 2 anni funzionando mediamente a temperature entro 40 °C.

## 11 Smaltimento

Questo prodotto è un dispositivo ad alto contenuto elettronico. In ottemperanza alle normative di protezione ambientale e recupero, LSI LASTEM raccomanda di trattare il prodotto come rifiuto di apparecchiatura elettrica ed elettronica (RAEE). La sua raccolta a fine vita deve essere separata da rifiuti di altro genere.

LSI LASTEM risponde della conformità della filiera di produzione, vendita e smaltimento del prodotto, assicurando i diritti dell'utente. Lo smaltimento abusivo di questo prodotto provoca sanzioni a norma di legge.



## 12 Come contattare LSI LASTEM

LSI LASTEM offre il proprio servizio di assistenza all'indirizzo [support@lsi-lastem.com](mailto:support@lsi-lastem.com), oppure compilando il *Modulo di richiesta di assistenza tecnica* scaricabile dal sito [www.lsi-lastem.com](http://www.lsi-lastem.com).

Per ulteriori informazioni si faccia riferimento ai seguenti recapiti:

- Telefono: +39 02 95.414.1 (centralino)
- Indirizzo: Via ex S.P. 161 – Dosso n. 9 - 20049 Settala (Milano)
- Sito web: [www.lsi-lastem.com](http://www.lsi-lastem.com)

Servizio post-vendita: [support@lsi-lastem.com](mailto:support@lsi-lastem.com), [riparazioni@lsi-lastem.com](mailto:riparazioni@lsi-lastem.com)