



Ente acque della Sardegna



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
 REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

STUDIO DI FATTIBILITA' DEI LAVORI DI DISMISSIONE, VERIFICA E PRIMA MESSA IN SICUREZZA DEGLI SBARRAMENTI DELL'ENTE FORESTE AD USO ANTINCENDIO



Piano d'indagine

3464 - 0 1 - 0 0 1 0 0 . DOC

00	APR. 19	M.BERSANO BEGEY	M.BERSANO BEGEY	R.BERTERO	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

INDICE

1. PREMESSA	1
2. CONDIZIONI ATTUALI DEGLI INVASI E DELLE OPERE DI RITENUTA RILEVATE DA SOPRALLUOGHI	1
3. OBIETTIVI DELL'INDAGINE IN RIFERIMENTO AL QUADRO NORMATIVO VIGENTE	3
4. INDAGINI	5
4.1 Specifiche esecutive	6

ALLEGATO 1 - UBICAZIONE PRELIMINARE DELLE INDAGINI

BOLZA

1. PREMESSA

Il presente elaborato espone il programma dettagliato delle indagini geognostiche e geotecniche integrative finalizzate alla redazione del progetto di "Adeguamento (ex art. 25 e 26, allegato A L.R.12/2007) di 8 sbarramenti ad uso antincendio ricadenti nella Zona Omogenea di Olbia-Tempio".

Il piano si basa sull'integrazione di quanto già disponibile da indagini e studi pregressi, al fine di giungere ad una caratterizzazione geometrica e fisico-meccanica dei terreni che costituiscono la sezione d'imposta degli sbarramenti adeguata anche agli standard di verifica definiti dall'attuale normativa tecnica.

Nell'ambito della documentazione pregressa, sono risultate disponibili indagini pressochè esclusivamente per gli invasi di Sa Jone e Sos Vazos, non risultando invece disponibilità di dati significativi per i rimanenti ambiti del lotto in studio.

Per tutti gli invasi, la disponibilità di indagini pregresse non è comunque ritenuta sufficiente o aggiornata, alla luce, oltre che dell'evoluzione del quadro normativo, anche delle possibili variazioni nei parametri fisico-meccanici correlabili alla filtrazione e trasporto di materiale attraverso il corpo diga, fenomeno osservato pressochè in tutti gli invasi.

Sono previste le seguenti tipologie di indagine:

- prospezione elettrica con tecnica tomografica;
- prove penetrometriche statiche cptu con misura delle pressioni neutre;
- scavo di pozzetti di ispezione;
- sondaggi geognostici con prelievo di campioni indisturbati per prove di laboratorio geotecnico e realizzazione di prove di permeabilità in foro tipo Lefranc.

2. CONDIZIONI ATTUALI DEGLI INVASI E DELLE OPERE DI RITENUTA RILEVATE DA SOPRALLUOGHI

Di seguito si riportano in forma sintetica e di elenco alcune osservazioni sulle condizioni degli invasi e delle opere di ritenuta rilevate nel corso dei sopralluoghi in data 12-13 marzo 2019, anticipando per inquadramento generale quanto oggetto dei successivi report specialistici.

Mattafurones

- Significativa erosione del paramento di monte anche sopra quota di massima regolazione dovuta a moto ondoso;
- affioramento del nucleo argilloso sul coronamento, con evidenti e diffuse fratture di ritiro superficiali;
- andamento regolare del paramento di valle, assenza di deformazioni, soliflusso, tracce di dissesti;
- nessun dissesto osservabile per sponde e fianchi dell'invaso;
- vegetazione arbustiva radicata sul paramento di valle;
- minima perdita da base paramento, al centro, immediatamente a monte della valvola scarico di fondo (umidità, pozze di acqua circa ferma).

Tuscana

- Paramento di monte senza anomalie, erosioni, o irregolarità morfologiche, nel tratto emerso osservabile;
- coronamento con morfologia regolare;
- andamento regolare del paramento di valle, assenza di deformazioni, soliflusso, tracce di dissesti;
- nessun dissesto osservabile per sponde e fianchi dell'invaso;
- vegetazione arbustiva radicata sul paramento di valle;
- perdita osservabile a base paramento, al centro, immediatamente a monte della valvola scarico di fondo (alcuni l/s), con formazione zona umida; nelle pozze si osserva melma rossiccia, verosimilmente da erosione interna materiale del nucleo; il personale Fo.Re.STAS osserva che la perdita si sarebbe creata o comunque incrementata nel tempo.

Caramaurpes

- Paramento di monte senza anomalie, erosioni, o irregolarità morfologiche, nel tratto emerso osservabile, ma con rilevante presenza di vegetazione anche arborea;
- coronamento con morfologia regolare;
- andamento regolare del paramento di valle, assenza di deformazioni, soliflusso, tracce di dissesti;
- nessun dissesto osservabile per sponde e fianchi dell'invaso;
- vegetazione arbustiva radicata sul paramento di valle;
- perdita osservabile a base paramento, al centro, immediatamente a monte della valvola scarico di fondo (alcuni l/s), con formazione zona umida; nelle pozze si osserva melma rossiccia, verosimilmente anche da erosione interna materiale del nucleo. Il personale Fo.Re.STAS osserva che la perdita si sarebbe creata o comunque incrementata nel tempo.

S. Oliostru

- Paramento di monte senza anomalie, erosioni, o irregolarità morfologiche, nel tratto emerso osservabile, ma con rilevante presenza di vegetazione arbustiva;
- andamento regolare del paramento di valle, assenza di deformazioni, soliflusso, tracce di dissesti;
- nessun dissesto osservabile per sponde e fianchi dell'invaso;
- vegetazione arbustiva radicata sul paramento di valle;
- perdita osservabile a base paramento, al centro, immediatamente a monte della valvola scarico di fondo (alcuni l/s), con formazione zona umida; nelle pozze si osserva melma rossiccia, verosimilmente anche da erosione interna materiale del nucleo. Il personale osserva che la perdita, di cui non è stata mai monitorata la portata, si sarebbe creata o comunque incrementata nel tempo;
- le condizioni di invaso sono variate nel tempo, per modifica dello scarico di superficie/sfiatore in sinistra, in cui è stata aggiunta in un secondo tempo una lama in cls di circa 30 cm.

Baddu Idda

- Paramento di monte senza anomalie, erosioni, o irregolarità morfologiche, nel tratto emerso osservabile, ma con rilevante presenza di vegetazione arbustiva;
- andamento regolare del paramento di valle, assenza di deformazioni, soliflusso, tracce di dissesti;
- nessun dissesto osservabile per sponde e fianchi dell'invaso;
- vegetazione arbustiva radicata sul paramento di valle;
- perdite dal settore centrale del paramento di valle, alla base dello stesso, relativamente concentrato in una polla, portata stimata "a vista" in circa 10 l/s, compatibile con la riduzione dell'invaso nel tempo osservata dal gestore. Il personale osserva che la perdita, di cui non è stata mai monitorata la portata, si sarebbe creata o comunque incrementata nel tempo.

Sa Pedrosa

- Paramento di monte senza anomalie, erosioni, o irregolarità morfologiche, nel tratto emerso osservabile, ma con rilevante presenza nella porzione emersa di vegetazione arbustiva (Necessità di taglio);
- andamento regolare del paramento di valle, assenza di deformazioni, soliflusso, tracce di dissesti;
- abbondante vegetazione arbustiva;
- nessun dissesto osservabile per sponde e fianchi dell'invaso;
- nessuna perdita significativa osservabile sul paramento di valle.

Sa Jone

- Paramento di monte senza anomalie, erosioni, o irregolarità morfologiche, nel tratto emerso osservabile;
- andamento regolare del paramento di valle, senza tracce di significativi dissesti ma con evidenze di soliflusso;
- nessun dissesto osservabile per sponde e fianchi dell'invaso;
- le condizioni di invasore risulterebbero significativamente variate nel tempo, per modifica dello scarico di superficie/sfioratore in destra, in cui è stata aggiunta in un secondo tempo una lama in cls di circa 80-100 cm;
- vi sono due settori con perdite:
 - 1) un'ampia area umida alla base del paramento, estesa per almeno il 50% dello stesso, da cui confluiscono rivoli per una portata complessiva di alcuni l/s (stima 10 l/s); nelle pozze si osserva melma rossiccia, verosimilmente anche da erosione interna materiale del nucleo. Il personale osserva che la perdita, di cui non è stata mai monitorata la portata, si sarebbe creata o comunque incrementata nel tempo;
 - 2) nel settore sinistro poco sotto al coronamento e a quota prossima al livello attuale di (circa) massimo invasore.

La perdita più in quota, settore 2, può essere correlata al successivo sovrizzo, probabilmente realizzato con materiale di pezzatura omogenea senza nucleo in argilla, differente dalla struttura originale ante-sovrizzo stesso.

Sos Vazos

- Paramento di monte senza anomalie, erosioni, o irregolarità morfologiche, nel tratto emerso osservabile, ma con rilevante presenza nella porzione emersa di vegetazione arbustiva (necessità di taglio);
- andamento regolare del paramento di valle, assenza di deformazioni, soliflusso, tracce di dissesti; abbondante vegetazione arbustiva;
- nessun dissesto osservabile per sponde e fianchi dell'invaso;
- nessuna perdita rilevante osservabile sul paramento di valle.

Considerata la necessità di dover effettuare le indagini in sito è stata evidenziata all'Ente gestore la necessità di effettuare lavori di pulizia e di taglio vegetazione sul coronamento e lungo le vie di accesso ai punti di indagine (rif. Allegato 1).

3. OBIETTIVI DELL'INDAGINE IN RIFERIMENTO AL QUADRO NORMATIVO VIGENTE

Le indagini di cui al presente piano fanno riferimento agli obiettivi definiti dalla **L.R. 12/2007** "Norme in materia di progettazione, costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei relativi bacini di accumulo di competenza della Regione Sardegna", ALLEGATO A – Normativa tecnica concernente la

progettazione, costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei relativi bacini di accumulo di competenza della Regione Sardegna, Titolo VI "Sbarramenti esistenti" .

Per gli invasi di categoria B2, C (1), nel cui ambito ricadono i siti in esame, il suddetto riferimento normativo, prevede:

Art. 26

Approvazione tecnica in sanatoria

.....

3. Per gli sbarramenti di categoria B2 e C, la domanda di approvazione tecnica in sanatoria deve essere integrata Dalla seguente documentazione

.....

- b) relazione geologica, contenente una descrizione dettagliata dell'area e delle sezioni di sbarramento, nonché elementi sulla tenuta del serbatoio e sulla stabilità delle sponde e delle spalle, considerate anche la caratteristiche idrogeologiche della zona; in particolare devono essere effettuate verifiche per quanto riguarda l'influenza dell'invaso sulle acque superficiali e sotterranee nell'ambito del bacino idrogeologico di competenza;
- c) relazione geotecnica relativa alla caratterizzazione del terreno, comprendente i risultati delle indagini sui terreni di fondazione e la loro caratterizzazione geotecnica, nonché i risultati della indagini sui terreni dell'invaso e la loro caratterizzazione geotecnica finalizzata alla definizione delle condizioni di sicurezza delle sponde e delle spalle;
- d) relazione geotecnica, comprendente la verifica delle scelte progettuali mediante il controllo del comportamento dell'opera nel suo insieme ed in rapporto ai terreni di fondazione; per le dighe in materiali sciolti, la relazione deve comprendere le prove eseguite sui materiali e le verifiche di sicurezza delle opere di sbarramento e di quelle connesse; la stabilità della diga e del complesso diga-terreni di fondazione deve essere verificata almeno nelle seguenti condizioni: a serbatoio pieno con livello di massimo invaso nonché a seguito di rapido svuotamento del serbatoio;

In riferimento alle suddette prescrizioni normative, nel contesto specifico si evidenzia necessità di indagine, per il complesso opera di sbarramento - terreno di fondazione, relativa a:

- parametrizzazione geotecnica, funzionale alle verifiche di sicurezza previste per le dighe in materiali sciolti, comprendente i parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate e non drenate, in riferimento ai materiali del nucleo e dei paramenti;
- definizione del profilo piezometrico di riferimento per le verifiche stesse.

Riguardo invece alle sponde e ai fianchi dell'invaso, dai sopralluoghi effettuati oltre che dall'esame della documentazione pregressa non sono state osservate per alcuno dei siti allo studio problematiche e criticità particolari, o comunque esigenze di verifica geotecnica tali da rendere utili per le relative valutazioni specifici approfondimenti di tipo geognostico.

¹ Come definiti dalla medesima L.R. 12/2007, ALLEGATO A, Art.3: B2 *Sbarramenti con altezza superiore a 6 m e con volume di invaso fino a 100.000 m3*; C *Sbarramenti con altezza fino a 15 m e con volume di invaso superiore a 100.000 m3 e fino a 1.000.000 m3*.

4. INDAGINI

In relazione alle finalità dello studio e riferimenti normativi precedentemente indicati, alle condizioni riscontrate nel corso dei sopralluoghi e dalla documentazione pregressa, le indagini per l'opera di ritenuta sono finalizzate alla caratterizzazione:

- complessiva dei materiali del corpo diga, attraverso indagini indirette di tipo geofisico;
- geotecnica diffusa attraverso prove in situ speditive (penetrometrie statiche cptu);
- geotecnica puntuale, sulle sezioni critiche (minima resistenza al taglio da cptu, disomogeneità da indagine geofisica), attraverso pozzetti esplorativi, sondaggi geognostici e prove di laboratorio di meccanica delle terre;
- di conducibilità idraulica, tramite prove in foro di sondaggio e misure in laboratorio, a supporto di verifiche di filtrazione /sifonamento.

Come precedentemente sottolineato, riguardo alle sponde e ai fianchi dell'invaso, dai sopralluoghi effettuati oltre che dall'esame della documentazione pregressa non sono state evidenziate per alcuno degli invasi stessi problematiche e criticità particolari, tali da rendere utili per le relative valutazioni specifici approfondimenti di tipo geognostico.

In relazione agli obiettivi di cui sopra è prevista l'attuazione di un piano che prevede, per gli 8 invasi allo studio, le indagini sul corpo diga nel seguito descritte.

- A - Stendimenti geofisici in tomografia elettrica, su coronamento e almeno una sezione lungo il paramento di valle.
L'indagine consentirà di valutare eventuali disomogeneità e linee preferenziali di filtrazione nel corpo diga, e in generale la consistenza / continuità dei materiali argillosi basso-resistivi costituenti il nucleo a bassa permeabilità.
E' prevista la realizzazione di uno stendimento elettrico tomografico in asse al coronamento diga e un ulteriore rilievo, parallelo al precedente e al coronamento diga, in posizione intermedia lungo il paramento di valle.
- B - Prove penetrometriche statiche con misura delle pressioni neutre. E' prevista la realizzazione di prove penetrometriche statiche cptu a partire dal coronamento diga, a fine di una prima caratterizzazione geotecnica speditiva dei materiali costituenti il nucleo, utile in particolare per verificare eventuali settori di debolezza / disomogeneità anche messi in evidenza dalla precedente fase di indagine geofisica.
- C - Esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per analisi di laboratorio, e installazione di piezometro a tubo aperto o di Casagrande.
- D - Scavo di pozzetti esplorativi sul paramento di valle, finalizzati anche alla localizzazione delle filtrazioni individuate in superficie, e per comprenderne la genesi, dove eventualmente correlata alla presenza di un materasso drenante alla base del paramento di valle stesso.

4.1 Specifiche esecutive

Indagini geofisiche

Le indagini geofisiche dovranno essere eseguite in corrispondenza del coronamento dell'opera di ritenuta e di una sezione parallela al coronamento stesso, in posizione circa intermedia al paramento di valle.

In totale sono previsti 16 stendimenti di tomografia elettrica (2 stendimenti per singola diga) di lunghezza variabile da 50 fino a oltre 100 m. Gli stendimenti saranno eseguiti con distanza elettrodoica circa 3.0 m.

L'interpretazione dell'indagine geofisica in tomografia elettrica sarà eseguita in due distinte fasi:

- al termine della prospezione geoelettrica stessa e a supporto della localizzazione di eventuali disomogeneità e settori critici e del conseguente posizionamento di dettaglio delle indagini dirette;
- rielaborazione e ricalibrazione di dettaglio dei dati elettrostratigrafici, al termine dell'indagine diretta sulla base delle stratigrafie rilevate, da cui anche il posizionamento dei sondaggi aggiuntivi previsti ma non ancora geolocalizzati nel piano di indagine diretta.

La documentazione definitiva prodotta a seguito delle prove comprenderà:

- informazioni generali;
- localizzazione dello stendimento e dei singoli elettrodi;
- dati di esecuzione;
- restituzione grafica della modellazione bidimensionale (profilo) dello spazio investigato, valutando quantitativamente i volumi di aree elettricamente omogenee.

Prove penetrometriche statiche con misura delle pressioni neutre

Le prove penetrometriche statiche verranno eseguite a partire dal coronamento diga, al fine di investigare i materiali coesivi costituenti il nucleo impermeabile. Sono previste orientativamente 5 prove per ogni coronamento diga. Le stesse saranno posizionate con interasse regolare, ma nel dettaglio la localizzazione potrà subire variazioni in riferimento a disomogeneità evidenziate dalla prima elaborazione dei dati di rilievo geofisico in tomografia elettrica.

Le prove verranno eseguite con attrezzatura per prove cptu, con la misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche standard, infissa a velocità costante nel terreno tramite un dispositivo di spinta che agisce alternativamente su una batteria di aste esterna e su una interna, alla cui estremità inferiore è connessa la punta.

Il dispositivo di spinta sarà costituito da martinetto in grado di esercitare sulla duplice batteria di aste la spinta non inferiore a 10 t, ma possibilmente fino a 20 t, salvo che il relativo carico del mezzo utilizzato per contrasto non sia ritenuto compatibile con l'accesso in sicurezza alla pista su coronamento. A riguardo è preferibile, compatibilmente con il sovraccarico sulla pista di coronamento, l'utilizzo di penetrometro pesante (175-200 kN), con possibilità di utilizzo di penetrometro medio (max 100 kN) dove non il primo non possa essere utilizzato in sicurezza. La corsa deve essere pari a 1 m. La velocità di infissione della batteria di aste sarà non superiore a 2 cm/s, costante nel corso della prova, indipendente della resistenza offerta dal terreno.

Dovrà essere utilizzata punta munita di piezocono per la misura della pressione nei pori u .

La documentazione definitiva prodotta a seguito delle prove comprenderà:

- informazioni generali;
- localizzazione e quota assoluta del punto di prova;
- dati di esecuzione;
- grafici di resistenza qc, fs, e pressioni neutre u, in funzione della profondità.

Sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prelievo di campioni per laboratorio geotecnico, prove di permeabilità, installazione piezometri

I sondaggi geognostici verranno realizzati nelle seguenti posizioni:

- almeno 1 sondaggio dal coronamento diga, indicativamente lungo la sezione centrale;
- almeno 1 sondaggio eseguito in posizione circa intermedia lungo il paramento di valle, lungo la medesima sezione centrale del corpo diga.

La localizzazione di dettaglio potrà subire variazioni sulla base dei risultati delle indagini geofisiche e penetrometriche statiche.

I sondaggi saranno spinti fino all'immorsamento per circa 1 m entro il substrato di fondazione del corpo diga. La profondità degli stessi risulterà pertanto dell'ordine in media di 10-11 m per i sondaggi da coronamento.

Le perforazioni verranno eseguite a carotaggio di nucleo, con carotiere 101 mm con alesaggio al diametro finale pari a 178 mm fino a fondo foro.

Nel corso della perforazione dovranno essere prelevati campioni di terreno indisturbati del materiale costituente il nucleo ed eventualmente rimaneggiati dal paramento diga, da inviare a laboratorio geotecnico.

Il prelievo dei sopracitati campioni indisturbati dovrà essere eseguito mediante l'utilizzo di un campionatore a pareti sottili del tipo Shelby o Osterberg, da infiggere a pressione.

Immediatamente dopo il prelievo, i campioni indisturbati dovranno essere sigillati mediante paraffina nello stesso contenitore usato per il prelievo. Il contenitore poi dovrà essere chiuso alle due estremità con coperchi e sigillato con nastro adesivo.

In fase di avanzamento, esclusivamente sotto il livello di saturazione, per livelli omogenei e in ogni caso per intervalli di perforazione non superiori a 2 m, verranno eseguite prove di permeabilità tipo Lefranc. Le prove faranno riferimento alle norme A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana - *Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche* (1977), sez. 6.3, a cui si rimanda per il dettaglio.

Terminata la perforazione e l'alesaggio del foro si dovrà procedere con l'allestimento del tubo piezometrico secondo le seguenti modalità:

- allestimento del tubo piezometrico cieco e microfessurato in PVC da 4" con slot da 0,75 mm, dotato di giunti filettati maschio-femmina. La tubazione microfessurata sarà installata a partire da -2 m circa da p.c. fino circa 1 m da fondo foro. La parte basale del tubo dovrà essere opportunamente sigillata con tappo a vite;

- nello spazio anulare compreso tra il tubo piezometrico fenestrato e il foro dovrà essere inserito un dreno costituito da ghiaietto siliceo lavato e calibrato, (diametro compreso tra 2 e 3 mm) sino a superare per circa 0.5 m il top del tratto fenestrato.
- la posa del dreno dovrà avvenire per fasi, contestualmente alla rimozione del rivestimento metallico;
- la porzione di spazio anulare compresa tra la tubazione piezometrica cieca ed il foro dovrà essere riempita con argilla bentonitica in pellet;
- i tubi piezometrici dovranno essere sigillati superiormente con tappi filettati o a pressione al fine di evitare infiltrazioni d'acqua dalla superficie, e immediatamente contrassegnati in modo univoco per permetterne un facile riconoscimento;
- a protezione dei piezometri ricadenti sul coronamento diga, carrabile, dovrà essere installata una cameretta in calcestruzzo prefabbricato di dimensioni minime 40x40 cm (interno) sovrastata da chiusino carrabile in ghisa. A protezione dei piezometri situati invece su sito non carrabile (es. punto previsto sul paramento di valle), dovranno essere installati dei chiusini fuori terra metallici, soluzione opportuna anche per consentire la rapida individuazione del punto in aree vegetate lungo il paramento stesso. All'interno della cameretta in calcestruzzo o sul chiusino metallico fuori terra dovrà essere applicata una targhetta metallica, sulla quale riportare il nome del piezometro e la profondità da p.c.

Realizzazione di pozzetti esplorativi

I pozzetti esplorativi, eseguiti nel settore inferiore del paramento di valle, consentiranno la caratterizzazione del materiale grossolano costituente i parametri della diga; dovranno essere realizzati con un escavatore e spinti sino alla profondità massima consentita dal braccio, in genere 3 - 4 metri dal p. c., seguiti da immediato reinterro. E' previsto lo scavo di 8 pozzetti (1 per ogni singola opera di ritenuta), a partire dal settore medio-inferiore del paramento di valle.

Altimetricamente il punto di scavo dovrà consentire il raggiungimento in profondità della base dei materiali costituenti il rilevato, con ulteriore finalità la verifica della sussistenza e condizioni di un eventuale dreno di valle alla base del paramento.

Analisi di laboratorio

Nei terreni prelevati dai pozzetti e/ o dai sondaggi verranno eseguite le analisi di laboratorio per la determinazione:

per campioni rimaneggiati: fuso granulometrico (UNI CNR 10006), classificazione, limiti di Atterberg (dove significativi)

per campioni indisturbati: prova di taglio diretto (CD) e prova di compressione triassiale drenata (CID).

È previsto il prelievo di almeno 2 campioni per ogni opera di ritenuta, facendo in particolare riferimento a settori "critici", di ridotta resistenza al taglio, definiti sulla base dei profili da cptu eseguiti sulle verticali più prossime.

In Allegato sono riportati per ciascun sito la localizzazione indicativa e la tipologia delle indagini.

La localizzazione di dettaglio delle indagini dirette (prove cptu, sondaggi geognostici) verrà definita a valle dell'interpretazione preliminare dell'indagine geofisica in tomografia elettrica, sulla base di uno sviluppo delle indagini che prevede in forma concatenata e conseguente la realizzazione di:

- indagine geofisica;
- prove scptu;
- sondaggi geognostici (piezometri, prove in foro) + pozzetti esplorativi

Il programma delle indagini potrà essere modificato nelle quantità numeriche, durante la fase di esecuzione delle prove sulla base dei risultati in progress, dove funzionale a focalizzare eventuali problematiche o criticità al momento non definite.

BOZZA

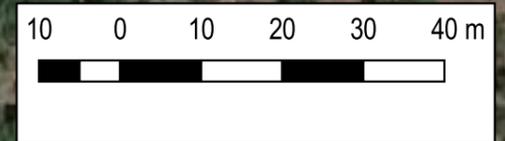
BOZZA

ALLEGATO 1 - Ubicazione preliminare delle indagini



Indagini

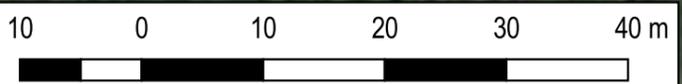
- Tomografia elettrica (ERT)
- ◆ penetrometria statica / piezocono (cptu)
- ◆ sondaggio geognostico e prove in foro
- ★ pozzetto_esplorativo





Indagini

- Tomografia elettrica (ERT)
- penetrometria statica / piezocono (cptu)
- sondaggio geognostico e prove in foro
- pozzetto_esplorativo

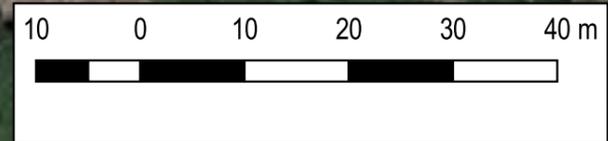




INVASO MATTAFURONES

Indagini

- Tomografia elettrica (ERT)
- ◆ penetrometria statica / piezocono (cptu)
- ◆ sondaggio geognostico e prove in foro
- ★ pozzetto esplorativo



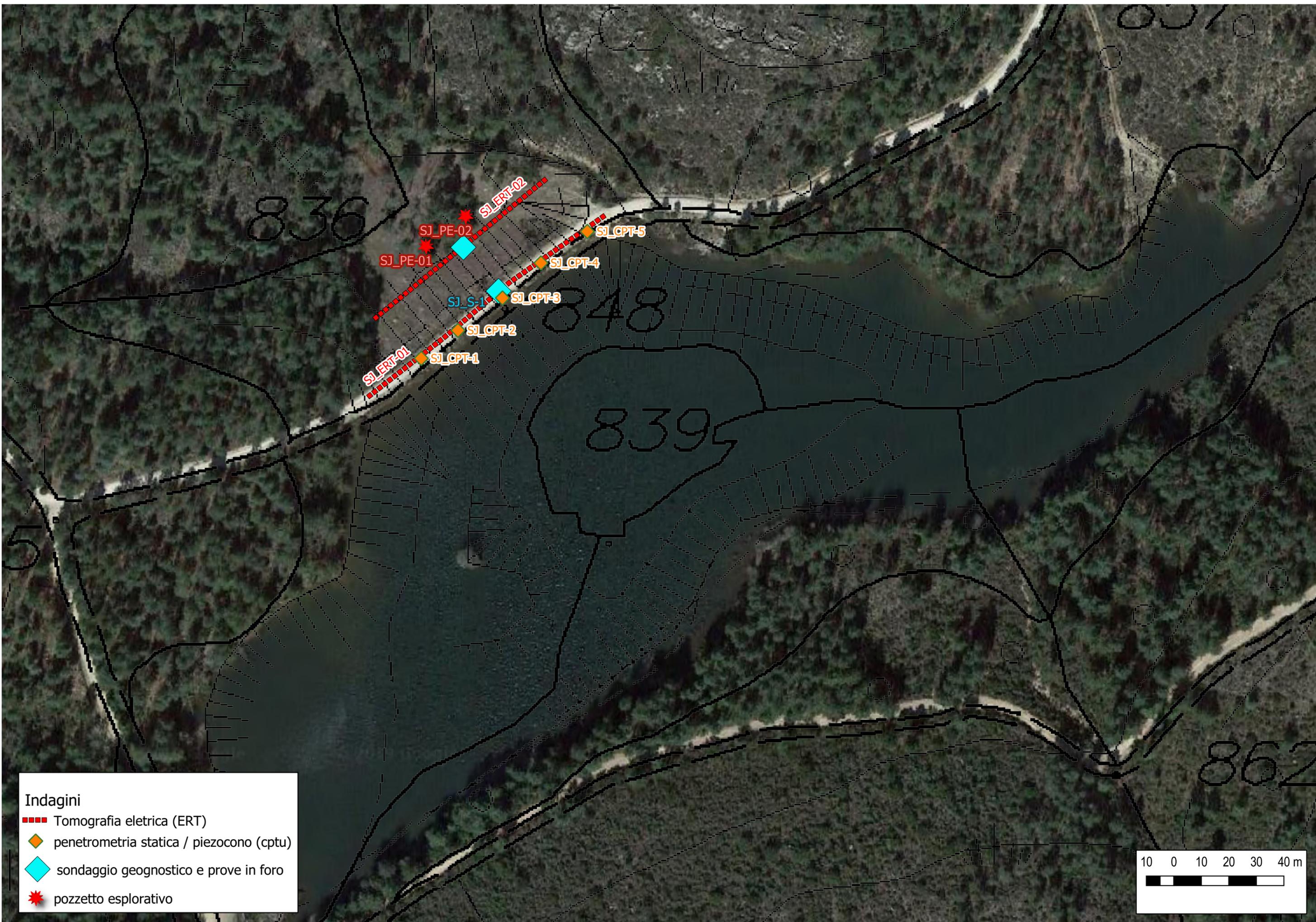


INVASO S. OLOSTRIU

Indagini

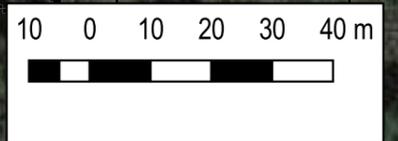
- Tomografia elettrica (ERT)
- penetrometria statica / piezocono (cptu)
- sondaggio geognostico e prove in foro
- pozzetto_esplorativo

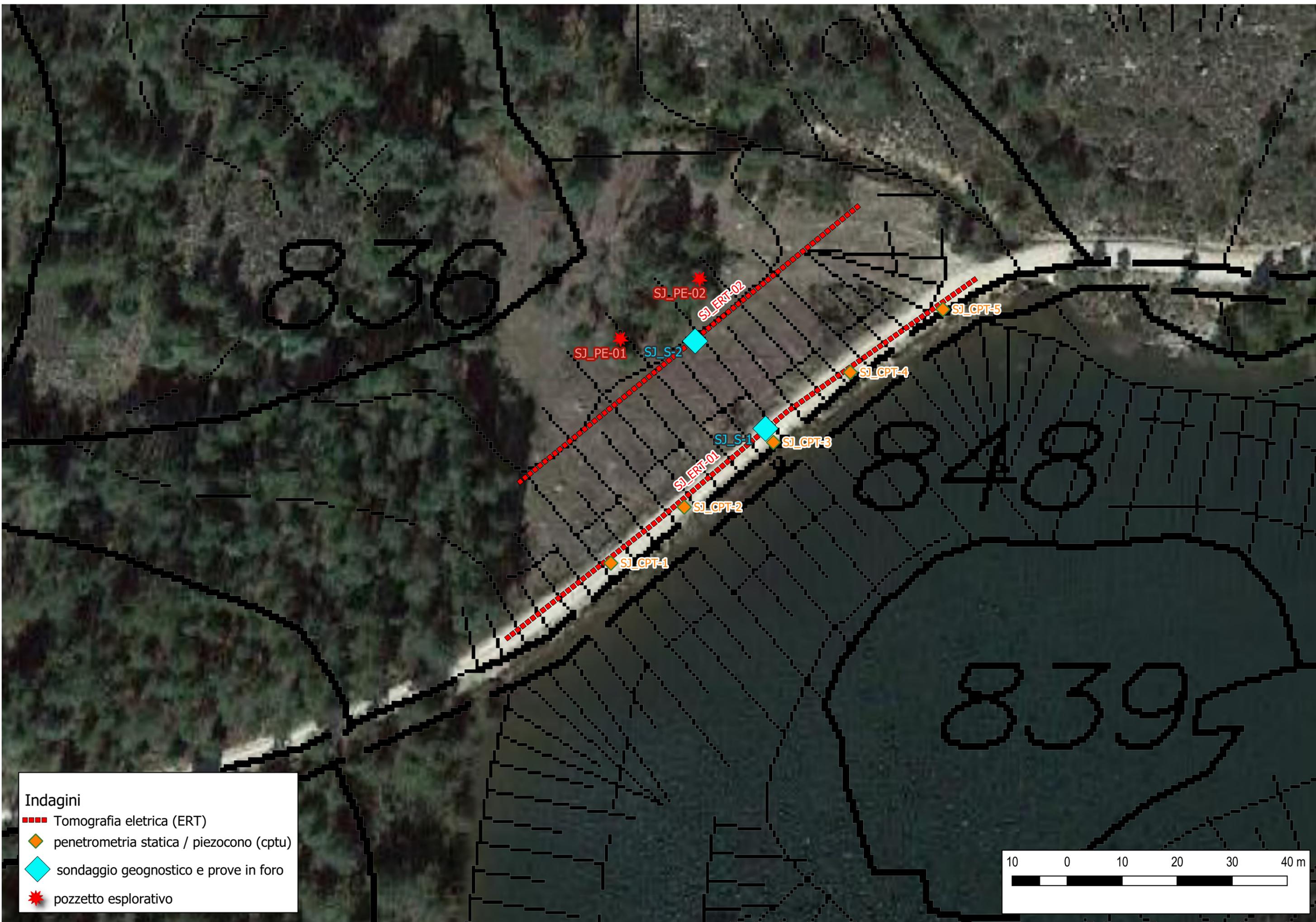




Indagini

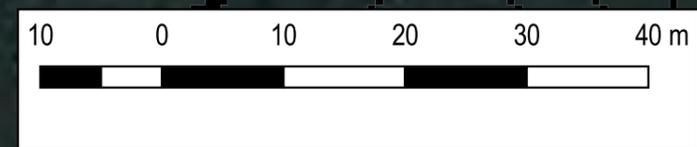
- Tomografia elettrica (ERT)
- penetrometria statica / piezocono (cptu)
- sondaggio geognostico e prove in foro
- pozzetto esplorativo

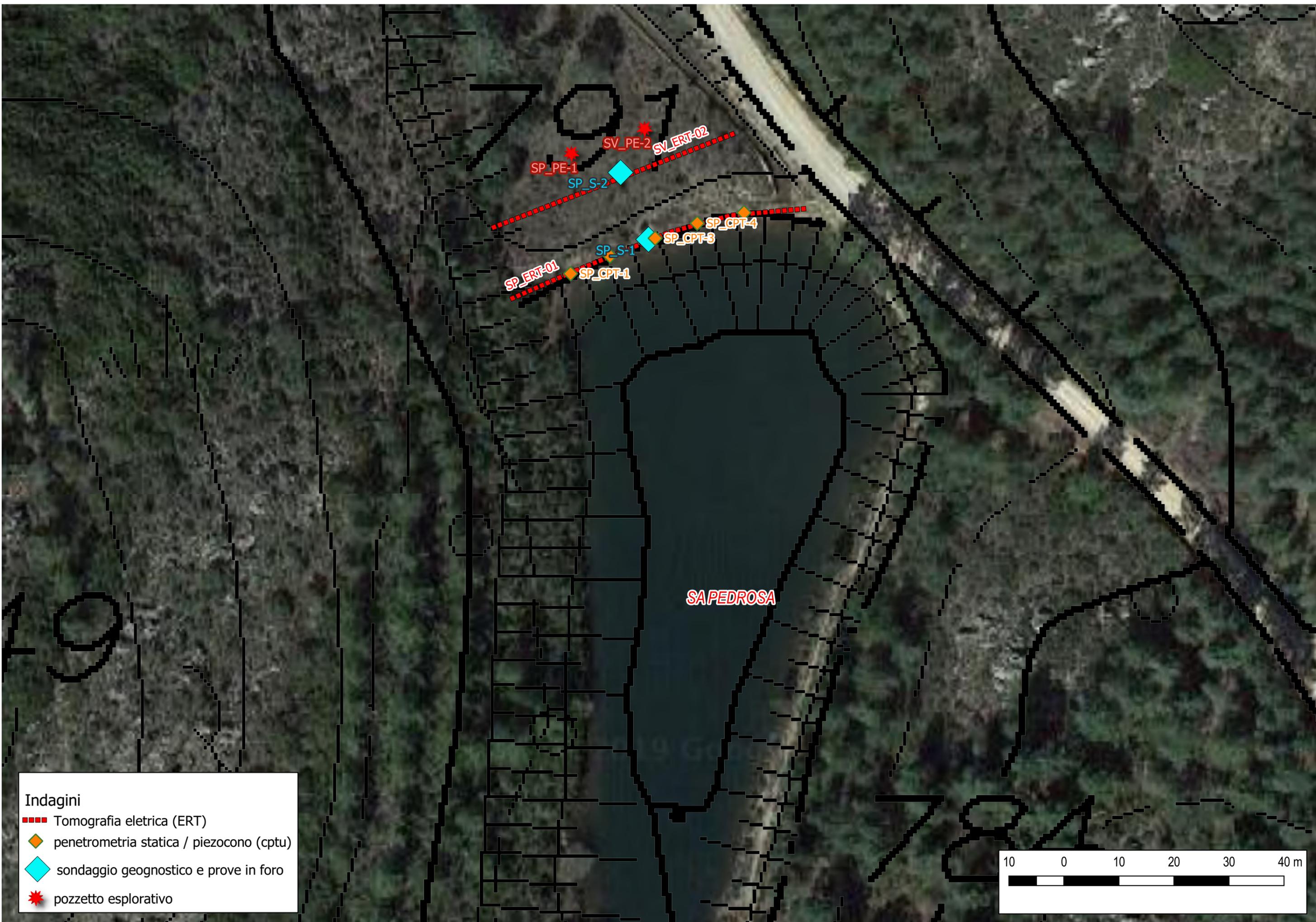




Indagini

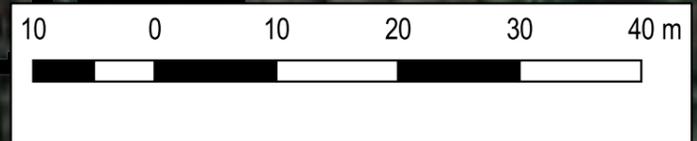
- Tomografia elettrica (ERT)
- penetrometria statica / piezocono (cptu)
- sondaggio geognostico e prove in foro
- pozzetto esplorativo

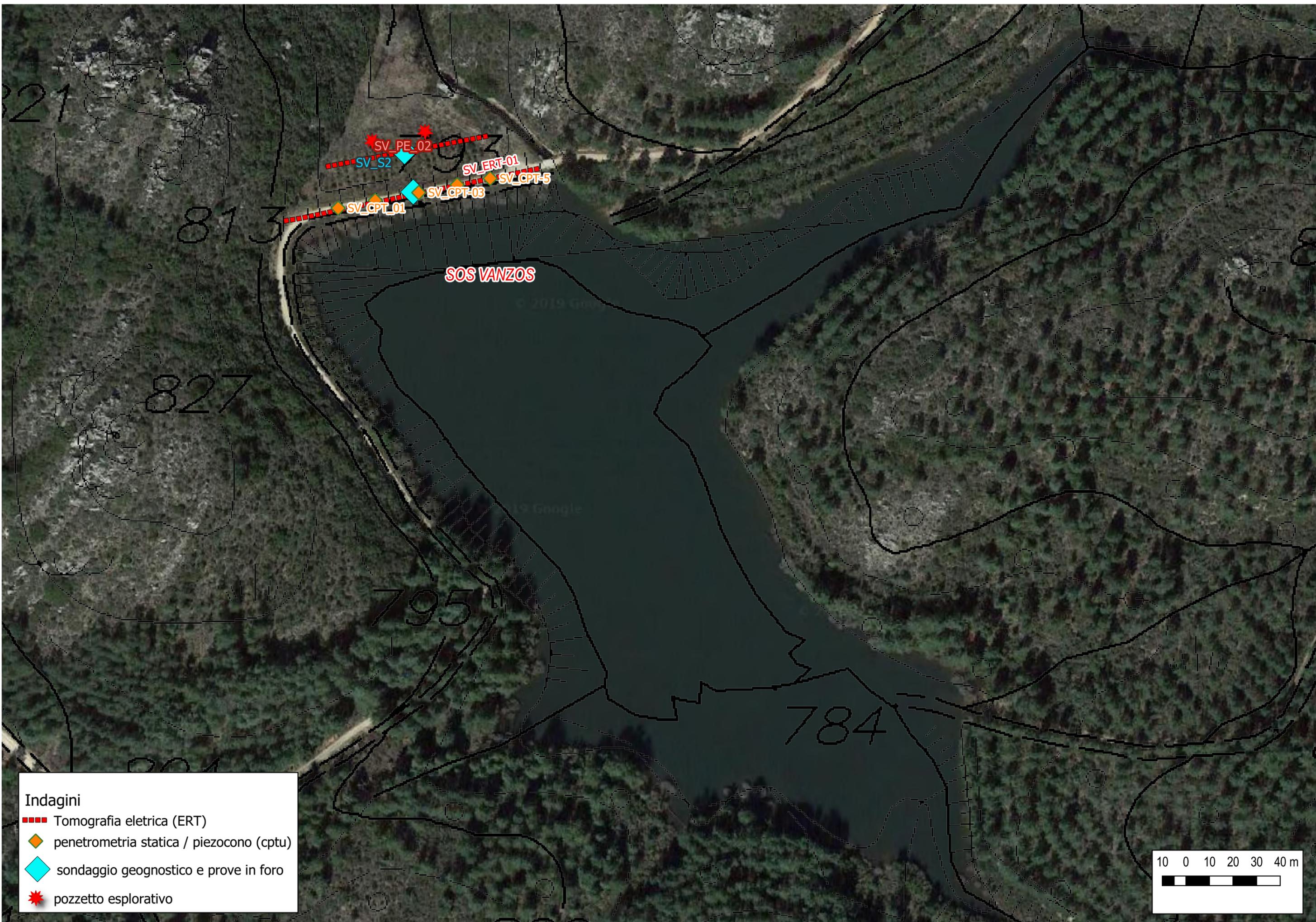




Indagini

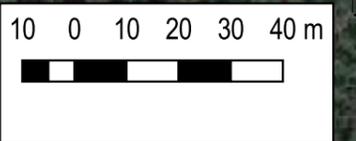
- Tomografia elettrica (ERT)
- penetrometria statica / piezocono (cptu)
- sondaggio geognostico e prove in foro
- pozzetto esplorativo

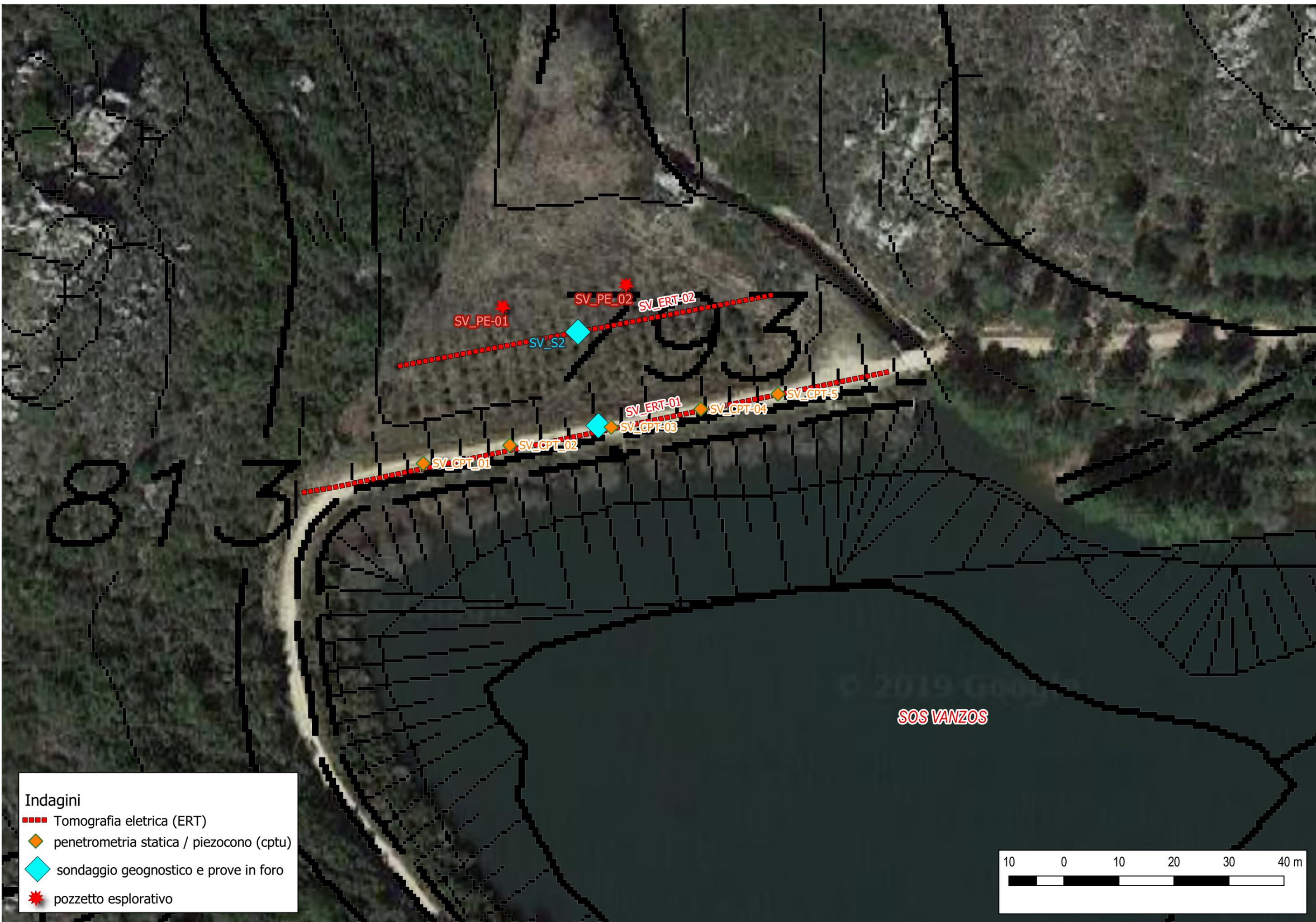




Indagini

- Tomografia elettrica (ERT)
- penetrometria statica / piezocono (cptu)
- sondaggio geognostico e prove in foro
- pozzetto esplorativo

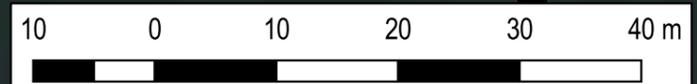




Indagini

- Tomografia elettrica (ERT)
- penetrometria statica / piezocono (cptu)
- sondaggio geognostico e prove in foro
- pozzetto esplorativo

SOS VANZOS





Indagini

- Tomografia elettrica (ERT)
- ◆ penetrometria statica / piezocono (cptu)
- ◆ sondaggio geognostico e prove in foro
- * pozzetto_esplorativo

