



COMUNE DI PALAU

Provincia di Sassari



**"Ampliamento in sopraelevazione, con
riqualificazione energetica e funzionale,
della scuola Primaria in
Via Incrociatore Trieste"**

Indagini geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

ALLEGATO

TITOLO ALLEGATO

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

- G.0 1 -

GEOLOGO: Dott. Luigi Villa

2018
Maggio



INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO URBANISTICO	1
3. IMPOSTAZIONE DEL LAVORO E FINALITA'	3
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA VASTA.....	4
5. <i>Geologia dell'area di indagine</i>	5
6. <i>Terreni di fondazione</i>.....	5
7. RISULTATI OTTENUTI.....	10
8. GEOTECNICA	11
9. SISMICITA'	12
10. P.A.I.....	18
11. CONCLUSIONI.....	19
I. GEOLOGICHE	19
II. GEOMORFOLOGICHE.....	19
III. IDROGEOLOGICHE.....	19
III. GEOTECNICHE	20

TABELLE E ALLEGATI

COROGRAFIA F. 428 SEZ. IV – PALAU – SCALA 1:25.000	2
<i>CARTA GEOLOGICA – Scala 1:10.000</i>	6
<i>LEGENDA CARTA GEOLOGICA</i>.....	7
DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA.....	25
PLANIMETRIA INDAGINI E PROVE	23

1 PREMESSA

Per incarico affidato dal Comune di Palau, in persona del Responsabile del Settore Lavori Pubblici e Manutenzioni: Dotto Giovanni Tiveddu, in esecuzione della propria Determinazione alla progettazione n° 127 del 09/04/2018, il sottoscritto Geologo: Dott. Luigi Villa, procede alla valutazione ed illustrazione dei caratteri geologici del settore di indagine, all'interno del centro abitato del comune di Palau.

L'obiettivo principale del presente lavoro è quello di fornire una quanto più completa illustrazione della situazione geologico-strutturale e idrogeologica in atto sul settore di intervento, indicando, pur nei limiti dell'indagine eseguita, le caratteristiche medie dei terreni di sedime e le potenzialità di sopraelevazione dell'edificio scolastico esistente, e fra le possibili scelte progettuali, quella reputata la più attendibile e maggiormente realizzabile, anche sul mero aspetto economico.

Si procede per tanto alla stesura del presente studio per la compilazione della Relazione Geologica Preliminare.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO URBANISTICO

L'area oggetto del presente studio è sita nel settore centro occidentale dell'abitato di Palau, delimitata dalle Vie: Incrociatore Trieste, a Sud; Cavour, a Nord; Divisione Folgore ad Est, ed è interno al centro abitato di Palau, nei pressi della stazione ferroviaria, e poco ad Est di questa.

Si può accedere dalla Via Nazionale passando per il Viale delle Ferrovie e svoltando poi nella Via Incrociatore Trieste oppure, sempre dalla Via Nazionale, dalla locale Via Cremona.

Il settore in studio ricade interamente nell'ambito del F 428 di cui alla sez. IV – PALAU della Nuova Carta d'Italia edita dall'I.G.M.I. in scala 1:25.000, e nelle C.T.R. 428 020 in scala 1:10.000.

COROGRAFIA F. 428 Sez. IV - PALAU - Scala 1:25.000



"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazione energetica e funzionale, della scuola Primaria Via Incrociatore Trieste" – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

3 IMPOSTAZIONE DEL LAVORO E FINALITA'

Al fine di caratterizzare il settore in studio nei suoi aspetti idro-geo-morfologici si è proceduto alla esecuzione dei lavori e delle prove programmati e stimati utili al fine di valutare la situazione idro-geologico-strutturale in atto e fornire al committente tutte le informazioni concorrenti: a) – ad una valutazione preliminare delle caratteristiche geotecniche e della classe sismica dei terreni di sedime; - b) – alla individuazione di eventuali problematiche strutturali a carico dell'esistente edificio scolastico; - c) alla valutazione di idoneità delle esistenti fondazioni all'incremento di carico; - d) alla programmazione delle successive indagini e prove da eseguire per la valutazione dei parametri geotecnici di progetto.

Il lavoro, in funzione dei dati raccolti e delle indagini preliminari svolte, si è così articolato:

- A) Raccolta ed elaborazione dei dati e studi esistenti;
- B) - Prospezione sul sito di indagine al fine di pianificare la metodologia d'intervento onde ottenere le indicazioni atte all'ubicazione delle prove per la osservazione diretta della situazione geostratigrafica e strutturale e l'indagine geofisica per la classificazione sismica dei terreni di sedime.
- C) – Esecuzione di n° 2 Sondaggi sismici a rifrazione e una prova MASW per l'osservazione indiretta dei profili geologici e la valutazione della classe sismica dei terreni di sedime;
- D) – Elaborazione ed interpretazione dati raccolti;
- E) - Redazione della relazione geologica definitiva.

Per meglio esemplificare i risultati ottenuti e renderli più facilmente accessibili si è poi provveduto alla stesura dei seguenti elaborati grafici:

- 1) - Ubicazione e tipologia delle indagini e sondaggi eseguiti nelle zone di verifica.
- 2) – Report dei risultati ottenuti dall'esecuzione delle prove;
- 3) – Profili tomografici dei sondaggi geofisici a rifrazione;
- 4) – Grafici prova MASW;
- 5) - Sezioni geolitologico-schematiche e geotecniche delle sezioni di intervento.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA VASTA

L'area di indagine, è costituita prevalentemente da rocce intrusive granitoidi che appartengono all'insieme delle plutoniti che costituiscono il batolite ercinico sardo-corso.

Le rocce affioranti sono inquadrabili nell'associazione calcalcalina, che si estende dalla Sardegna meridionale fino alla Corsica settentrionale.

La porzione del batolite occupa in Sardegna una superficie di circa 6000 kmq, prevalentemente concentrata nel settore orientale, lungo una fascia a sviluppo NNW-SSE (Gallura, Anglona, Goceano, Baronie, Ogliastro e Sarrabus). Ammassi granitici isolati e di minore estensione affiorano nel settore occidentale dell'isola (Sulcis, Isola dell'Asinara e Isola di Mal di Ventre).

I granitoidi del batolite sono stati raggruppati su basi geologiche, composizionali e tessiturali in tre grandi famiglie fondamentali:

le plutoniti precoci sin-tettoniche (costituiscono circa il 9% del batolite), le plutoniti tardo-tettoniche (costituiscono complessivamente il 74%) e le plutoniti post-tettoniche.

Le prime, di età incerta, sono costituite da termini composizionali variabili da tonalitici a leucogranitici, la cui caratteristica quella di avere una marcata tessitura foliata (ad esempio la facies "Barrabisa").

Le plutoniti tardo tettoniche sono formate prevalentemente da monzograniti, a tessitura orientata per motivi di flusso magmatico sono presenti per la maggior parte nella Sardegna settentrionale e in particolare in Gallura (ad esempio facies "Palau", facies "Porto Rafael", dell'Unità Intrusiva di Palau). A queste plutoniti sono ascrivibili tutte le intrusioni messesi in posto circa 300 Milioni di anni fa

Le plutoniti post tettoniche sono costituite da leucograniti s.-s., affioranti in filoni ed ammassi, le quali hanno una età radiometrica < di 290 m.a. Presentano omogeneità composizionale ma notevole varietà tessiturale, in quanto hanno tessitura isotropa e passano da grana media,(ad esempio facies "Vallicciola", "Oschiri e San Giorgio", fino a facies a grana fine a tendenza microgranulare ad esempio la facies "Punta Bozzico" di Calangianus .

Rara è invece la presenza di plutoniti basiche, quasi sempre inglobate in masse acide. Fra queste, figura la sub unità intrusiva di Punta Falcone-Marazzino, facente parte dell'unità intrusiva di Longosardo. Trattasi di masse gabbro-tonalitiche e dioritiche, non distinte in cartografia. Sono rocce a grana media, con presenza di strutture di cumulo.

Il corteo filoniano è qui costituito prevalentemente da filoni basaltici e/o riodacitici.

Al di sopra dei termini intrusivi sono osservabili lembi residui del pre-esistente complesso metamorfico. Le migmatiti sono classificabili come: - "Ortogneiss di Golfo Aranci (Un lembo poco esteso è osservabile poco a SE dell'abitato di Palau); - Diatessiti di Cala Capra (Vasto affioramento all'immediato S dell'abitato di Palau, inglobante anche i predetti ORTOGNEIS); - Metatessiti di Punta della Volpe (Rari lembi entro le predette Diatessiti).

Dott. Geol. Luigi Villa – V.le San Lorenzo, 57 – 07029 TEMPIO PAUSANIA (SS)

Le coperture detritiche Quaternarie sono costituite in massima parte da depositi dei letti fluviali e terrazzi alluvionali, sabbie e ghiaie litorali, depositi di spiaggia e cordoni litorali.

4.1 GEOLOGIA DELL'AREA D'INDAGINE

Il settore in studio, è litologicamente caratterizzato da formazioni granitiche appartenenti all'Unità intrusiva di Palau, con coperture detritiche di discreta potenza, costituite principalmente da depositi Olocenici: Depositi di spiaggia e dei cordoni litorali sabbioso-ghiaiosi dell'Area Continentale, cui si accompagnano depositi litorali sabbiosi Quaternari formati da sabbie silicee, bioclastiche e/o organogene dell'area marina.

Le litologie granitiche affioranti nei pressi del settore in studio sono ascrivibili alla "Unità Intrusiva di Palau", qui presente nelle facies di Palau (Monzograniti inequigranulari), Porto Rafael (Monzograniti inequigranulari), Capo d'Orso (Leucomonzograniti).

La roccia in posto è un monzogranito inequigranulare (Facies Palau) con fenocristalli di K-feldspato di taglia fino a 4 cm.

I suoli naturali originati dall'alterazione delle rocce granitoidi presentano una buona presenza di K, Mg, e Fe ma una scarsa presenza di Ca e di P, caratteristica di tutte le rocce granitoidi.

5 IDROGEOLOGIA

L'idrografia della zona in esame è costituita principalmente da piccoli compluvi, per lo più a carattere stagionale, fortemente influenzati dal regime delle piogge. Il corso d'acqua più importante, presente nelle vicinanze, è il Rio Surrau. Ha un regime idrologico fortemente influenzato dall'andamento delle piogge, con piene nel periodo inverno-primavera, e secche estive. Durante il periodo delle piogge viene aperto il cordone litorale (Spiaggia de "LA Sciumara") permettendone lo scarico a mare.

L'area in studio è compresa nel sub-bacino Regionale n°4: Liscia.

Altri compluvi, presenti nei dintorni, sempre a carattere stagionale, hanno direzioni che seguono le direzioni principali e secondarie della tettonica locale: principali N-S, pur con discrete oscillazioni da NNE-SSW a NNW-SSE, e E-W, anche queste con discrete variazioni da ENE-WSW a ESE-WNW.

6 TERRENI DI FONDAZIONE

Conformemente alle aspettative del rilevamento di superficie, basato su dati raccolti nelle immediate vicinanze dalle pur scarse emergenze litoidi, l'esecuzione delle prove programmate ha evidenziato, a **"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazione energetica e funzionale, della scuola Primaria Via Incrociatore Trieste"** – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

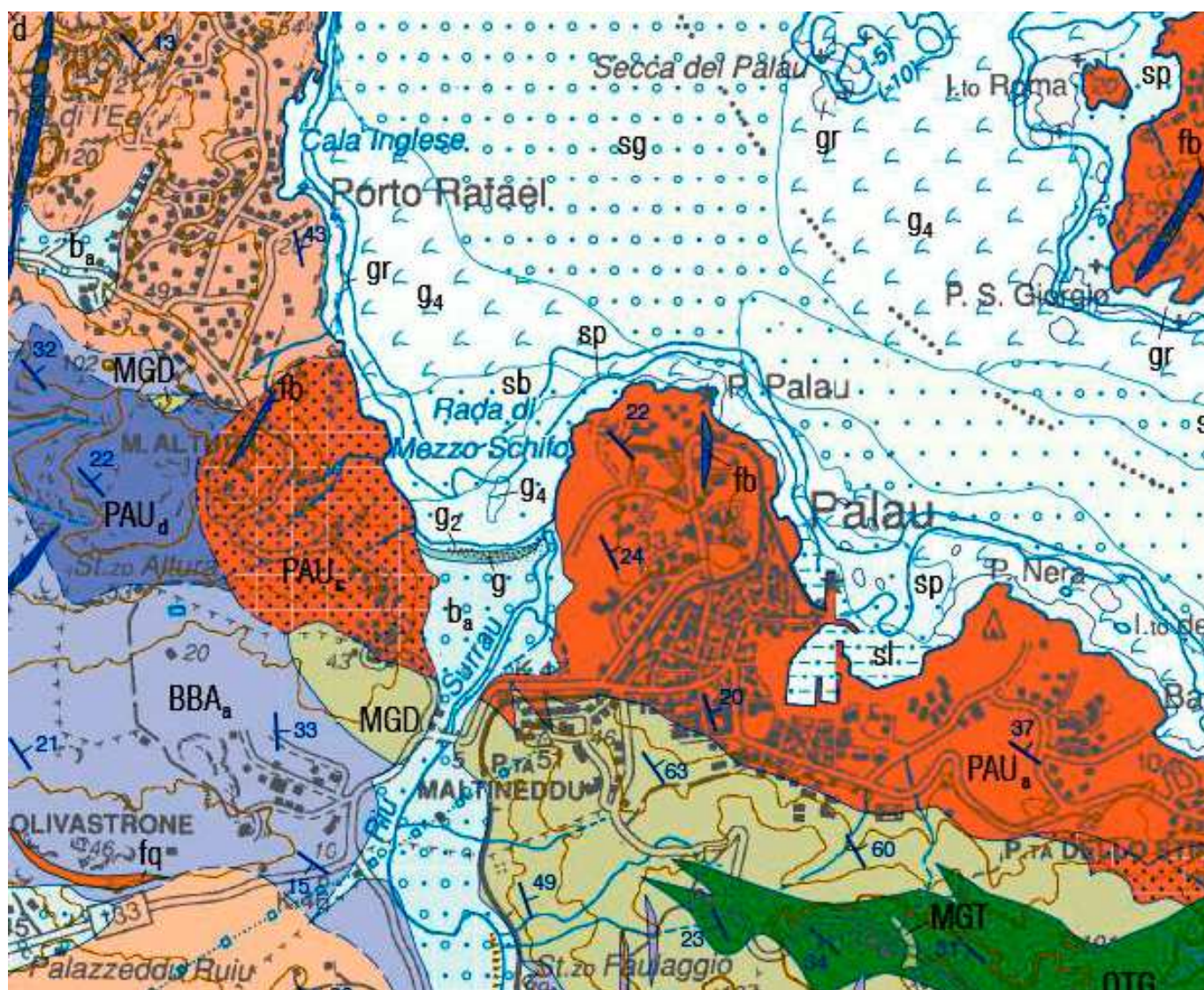
Dott. Geol. Luigi Villa – V.le San Lorenzo, 57 – 07029 TEMPIO PAUSANIA (SS)

copertura delle formazioni intrusive del basamento roccioso, la presenza di anomalie geo-stratigrafiche, di potenza variabile.

La potenza complessiva delle anomalie geo-stratigrafiche, comprensiva di eventuali livelli di alterazione e fratturazione superficiale dei graniti del basamento, stando ai risultati ottenuti, viene mediamente valutato in un massimo prevedibile variabile dai 2 ai 6 m dal piano di pavimentazione.

Trattandosi di stime basate esclusivamente su indagini indirette: sondaggi geofisici, per ottenere maggiori dettagli occorrerebbe eseguire, a taratura di questi, delle indagini dirette, quali: - pozzetti geognostici e/o sondaggi a carotaggio continuo.

CARTA GEOLOGICA – Sviluppo/Stralcio da Scala 1:50.000



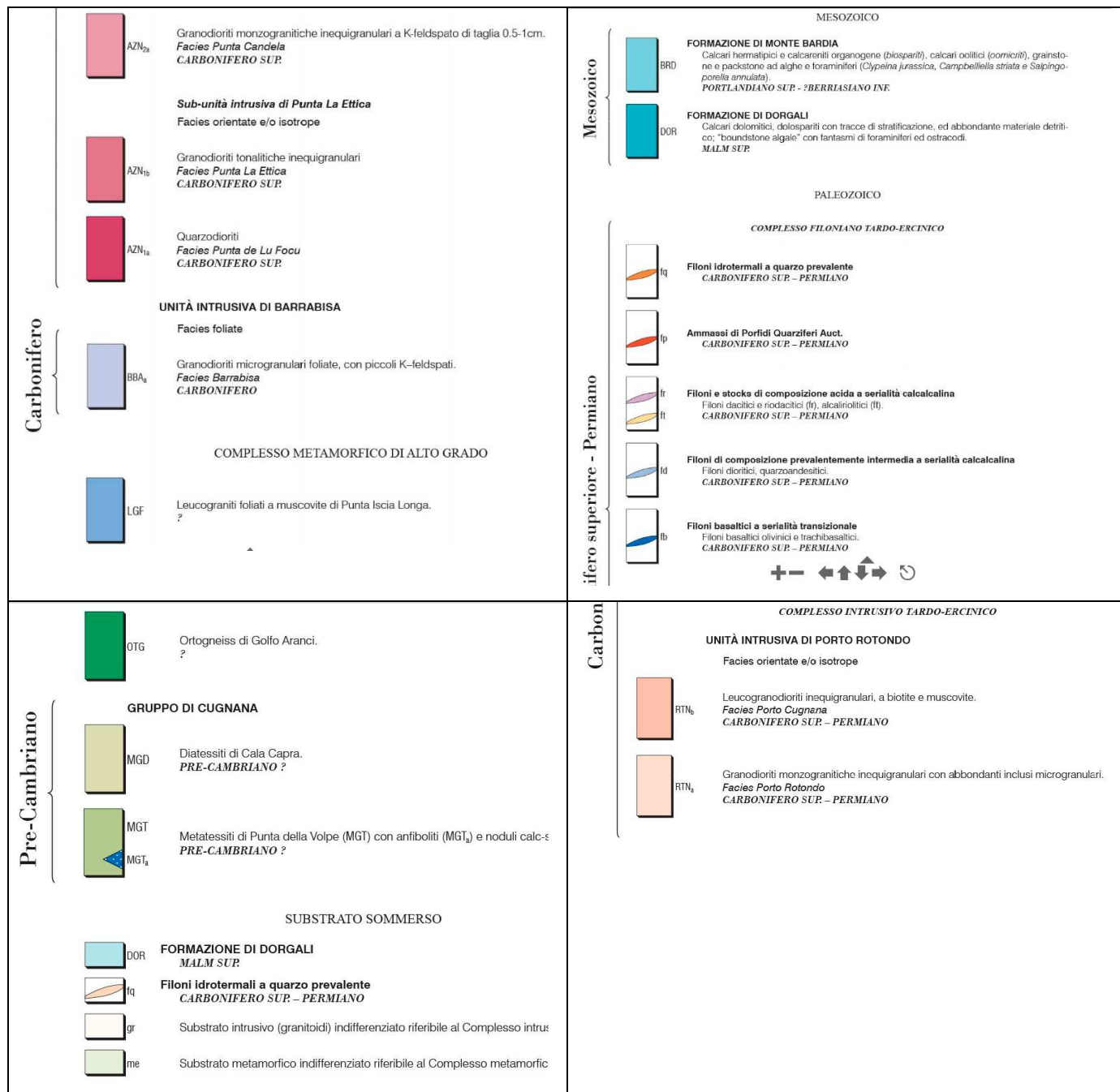
(Estratta da: F. 480 – ARZACHENA – redatta dalla R.A.S. in scala 1:50.000)

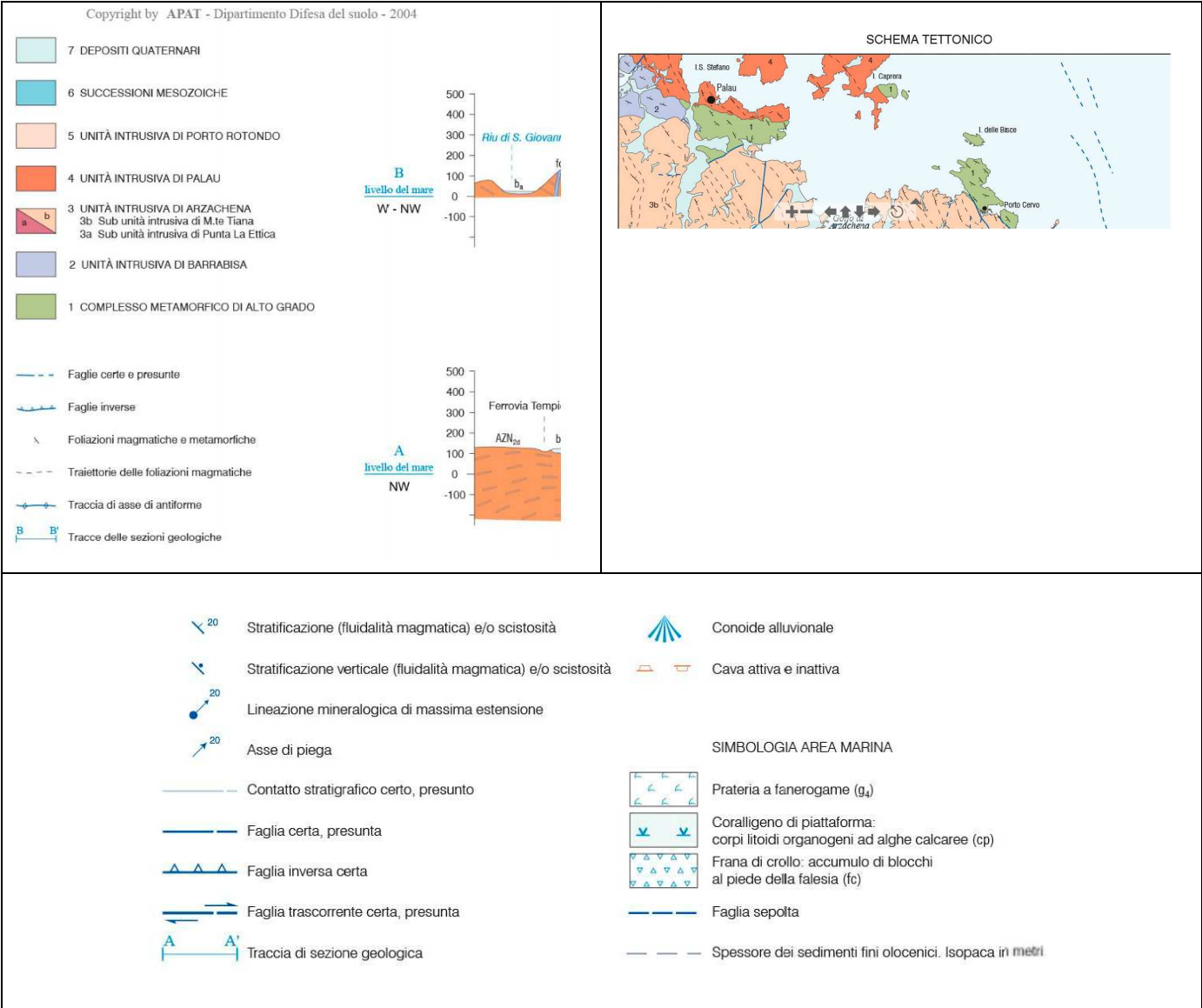
"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazione energetica e funzionale, della scuola Primaria Via Incrociatore Trieste" – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

LEGENDA carta geologica

UNITÀ INTRUSIVA DI PALAU Facies orientate e/o isotrope PAU₄ Breccie intrusive con elementi angolari di migmatiti e di granodioriti foliate della facies Barrabisa, al contatto tra il leucomonzogranito facies Capo d'Orso di M. Altura e l'intrusione di Barrabisa. CARBONIFERO SUP. PAU₅ Leucomonzograniti biotitici rosati equigranulari. Facies Capo d'Orso CARBONIFERO SUP. PAU₆ Monzograniti inequigranulari a rari fenocristalli subedrali di K-feldspato di taglia compresa tra 1 e 3 cm. Facies Porto Rafael CARBONIFERO SUP. PAU₇ Monzograniti inequigranulari a fenocristalli di K-feldspato di taglia compresa tra 1 e 4 cm. Facies Palau CARBONIFERO SUP. UNITÀ INTRUSIVA DI ARZACHENA Sub-unità intrusiva di Monte Tiana Facies orientate e/o isotrope AZN_{2m} Leucomicrograniti a biotite e muscovite. Facies Minacheddu CARBONIFERO SUP. AZN_{2s} Leucomicrograniti a sola biotite. Facies Monte Pulcheddu CARBONIFERO SUP. AZN₃ Leucograniti a muscovite, talora con cavità miarolitiche. Facies Punta di la Banderitta CARBONIFERO SUP.	DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA MARINA Depositi deltizi Sabbie limose. OLOCENE SUP. Depositi litorali Sabbie silicoclastiche. OLOCENE SUP. Arenarie e conglomerati di beach-rock. OLOCENE SUP. Depositi di piattaforma Sabbie organogene in matrice limosa. OLOCENE SUP. Sabbie bioclastiche. OLOCENE SUP. Sabbie ghialose organogene. OLOCENE SUP. Sabbie limose di piattaforma distale. OLOCENE SUP. Limi sabbiosi piattaforma distale. OLOCENE SUP. DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE DEPOSITI OLOCENICI Depositi di spiaggia Sabbie e/o ghiaie litorali, con granulometrie da medio-fini a grossolane e locali accumuli di Posidonia. ATTUALE Coltri eluvio-colluviali Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
Carbonifero superiore AZN_{2m} Leucomonzograniti biotitici rosati equigranulari. Facies San Pantaleo CARBONIFERO SUP. AZN_{2s} Monzograniti inequigranulari a fenocristalli di K-feldspato di taglia compresa tra 0,5 e 3 cm, e quarzo talvolta globulare. Facies Monte Moro CARBONIFERO SUP. AZN_{2t} Monzograniti inequigranulari a fenocristalli subedrali di K-feldspato di taglia compresa tra 0,5 e 3 cm, e quarzo talvolta globulare. Facies Castel Cervo CARBONIFERO SUP. AZN_{3a} Monzograniti inequigranulari a rari fenocristalli euedrali di K-feldspato di taglia compresa tra 0,5 e 2 cm. Facies Arzachena CARBONIFERO SUP. AZN_{3b} Monzograniti inequigranulari a fenocristalli di K-feldspato di taglia compresa tra 2 e 4 cm. Facies Punta Balanichinu CARBONIFERO SUP. AZN_{3c} Granitoidi autometasomatici inequigranulari a fenocristalli di K-feldspato di taglia compresa tra 3 e 10 cm. Facies Monte Cupalchietta CARBONIFERO SUP. AZN_{3d} Microgranodioriti. Facies Punta Lisandru – Monti Biancu CARBONIFERO SUP.	Coltri eluvio-colluviali Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE Depositi dei letti fluviali e dei terrazzi alluvionali Ghiaie prevalenti (b₁); sabbie prevalenti (b₂); limi ed argille prevalenti (b₃), in lenti e livelli di modesto spessore. OLOCENE Depositi di stagni, lagune e paludi costiere Limi ed argille, grigio scure con intercalazioni sabbiose. OLOCENE Depositi di spiaggia e dei cordoni litorali antichi Sabbie, ghiaie e calcareniti con frammenti fossiliferi (Arca noe, Cardium edule, ecc). (Trasgressione versiliana). OLOCENE Depositi eolici Sabbie e arenarie di duna ben classate e processi di alterazione diffusa. OLOCENE DEPOSITI PLEISTOCENICI SISTEMA DI S. TERESA DI GALLURA Subsistema di Cannigione Ghiaie più o meno grossolane, sabbie, arenarie, con intercalazioni di calcareniti, sabbie limose (TGA₂). Subsistema di Longone Ghiaie costiere su piattaforma di abrasione (TGA₁). PLEISTOCENE SUP. ?

"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazioni energetica e funzionale, della scuola Primaria Via Incrociatore Trieste" – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare





7 RISULTATI OTTENUTI

I lavori eseguiti hanno evidenziato i seguenti risultati:

I) – Profilo geologico

Il rilievo geologico diretto, essendo il settore di intervento interno al centro abitato di Palau, non ha permesso di tracciare una carta di dettaglio sufficientemente esplicativa della situazione in atto. Ci si è dovuti essenzialmente basare su riscontri cartografici interpolati con osservazioni dirette nelle rare superfici libere presenti nei dintorni, e delle sezioni stradali osservabili lungo la viabilità locale.

L'esecuzione dei sondaggi geofisici, pur con le prevedibili limitazioni interpretative ottenibili dalla tipologia di indagine, ha fornito elementi utili anche ad una classificazione geotecnica preliminare nelle sezioni di indagine, in funzione della classificazione sismica ottenuta per i terreni nelle sezioni di indagine.

Sarà cura del tecnico progettista, incaricato per la prossima fase definitiva ed esecutiva, eseguire le prove ed indagini programmate a corredo della presente fase preliminare. (Vedi: PROVE ED INDAGINI PROGRAMMATE)

L'osservazione diretta della realtà locale, unitamente ai risultati ottenuti dall'esecuzione dei sondaggi indiretti, hanno permesso di ipotizzare, pur nei limiti imposti dalla tipologie delle indagini eseguite, la situazione geo-stratigrafica in atto nel sito di indagine.

Questa presenta un profilo, per le due sezioni indagate, piuttosto semplice, con presenza di tre principali livelli geologici:

- 1) – Un primo strato costituito, dalla pavimentazione e dal relativo massetto e massicciata di sottofondo.
- 2) Un secondo strato, molto alterato e degradato, costituito da prodotti di rimaneggiamento antropico e livelli superficiali fortemente alterati e/o fratturati dei graniti del basamento. Il livello, nel complesso, viene stimato con una profondità mediamente variabile fino ai 2 ed i 6 m dal piano di pavimentazione. Vengono ad essere compresi in questo livello, le parti alterate e rimaneggiate dei livelli pre-esistenti dei graniti del basamento, sia in facies semi-lapidea, che arenizzata, ed i depositi detritico-residuali ed antropici derivanti dalle operazioni all'atto della costruzione dell'edificio scolastico. Questi ultimi forse derivati dalle operazioni di spianamento e compianamento del piano di sedime.

"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazione energetica e funzionale, della scuola Primaria Via Incrociatore Trieste" – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

3) – Livello costituito dai graniti del basamento. Questi, in base ai profili delle sezioni geofisiche, vanno rapidamente crescendo nei parametri geotecnici associabili ai valori delle isodrome ottenute per le diverse profondità, a significare come i valori degli stessi siano rapidamente crescenti con la profondità e lo strato di alterazione e degradazione sia ascrivibile al solo strato più superficiale.

La posizione planimetrica delle anomalie riscontrate, le fa collegare con i segnali di cedimento differenziale a carico dell'edificio scolastico. Qui, in prossimità dello spigolo SW dell'edificio medesimo, sono state riscontrate delle lineazioni di trazione, a significare un cedimento delle fondazioni al di sotto della parete S dell'edificio, pochi metri ad E a partire dallo spigolo SW citato. Questo in corrispondenza dell'anomalia riscontrata lungo la L.2 sulla verticale dei geofoni 1 e 7, con massimo approfondimento sul G 3. L'altra anomalia della L.2 viene a coincidere con la presenza della pozzetta di raccolta delle acque bianche, nei pressi della scalinata di ingresso, corrispondente al G 13. La presenza della pozzetta sulla verticale sede dell'anomalia riscontrata, fa interpretare le due anomalie citate come due distinti settori oggetto di probabile infiltrazione e/o dilavamento da acque di circolazione o percolazione. Questo avrebbe provocato nel tempo uno scadimento delle capacità portanti con il conseguente cedimento differenziato a carico delle fondazioni. Trattandosi tuttavia di ipotesi suffragate da sole indagini indirette, occorre comunque verificare ed accertare tale ipotesi a mezzo di indagini dirette, da eseguirsi nella successiva fase progettuale definitiva, a taratura delle sezioni sismiche eseguite.

Le prove da eseguirsi vengono indicate, per tipologie e quantità al punto: PROVE PROGRAMMATE.

8 GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni sulle sezioni di indagine, sono stati ipotizzati i valori attribuibili ai parametri geotecnici per interpolazione con i valori ottenuti nelle sezioni sismiche eseguite.

Per ottenere dei valori certi si dovranno, nelle successive fasi progettuali, tarare le sezioni sismiche con prove ed indagini geotecniche dirette.

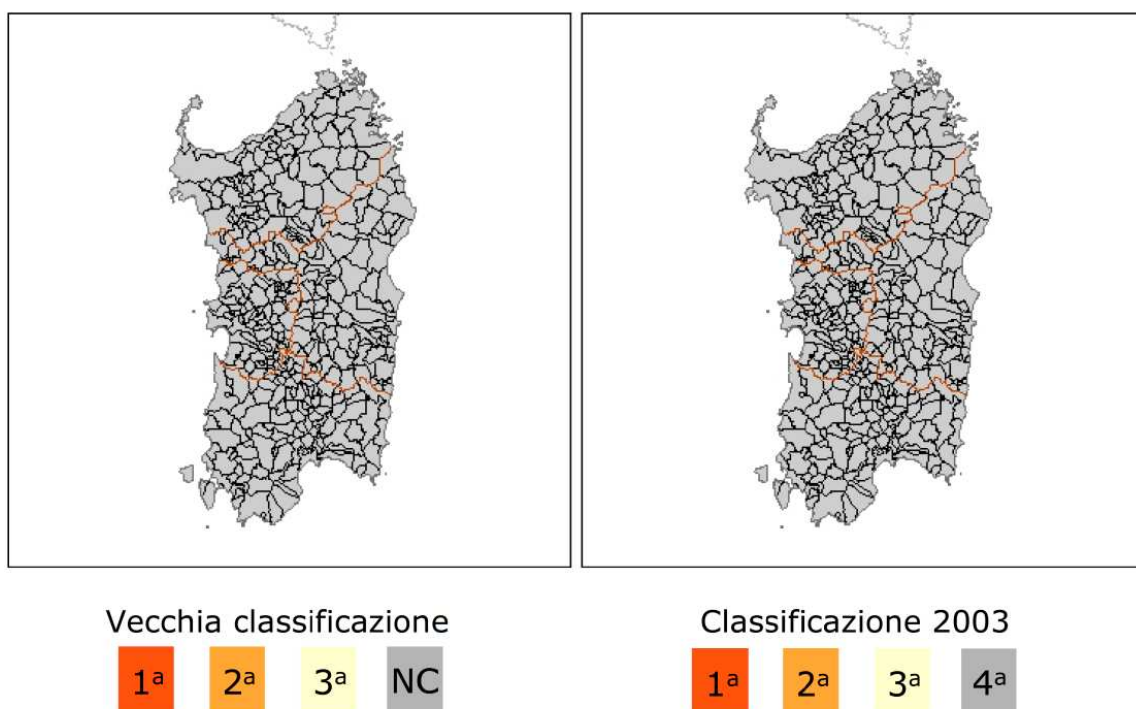
9 SISMICITÀ

L'intero territorio della Sardegna risulta essere inserito nella Zona 4 della riclassificazione sismica nazionale operata attraverso l'Ordinanza P.C.M. n. 3274 in data 20.03.2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

- Disposizioni preliminari in attuazione dell'**Ordinanza P.C.M. 3274 del 20.3.2003**:
- Recepimento classificazione sismica territorio regionale.
- Disposizioni in materia di obbligo della progettazione antisismica.
- **Per la Sardegna: DGR 30 marzo 2004, n. 15/31.**

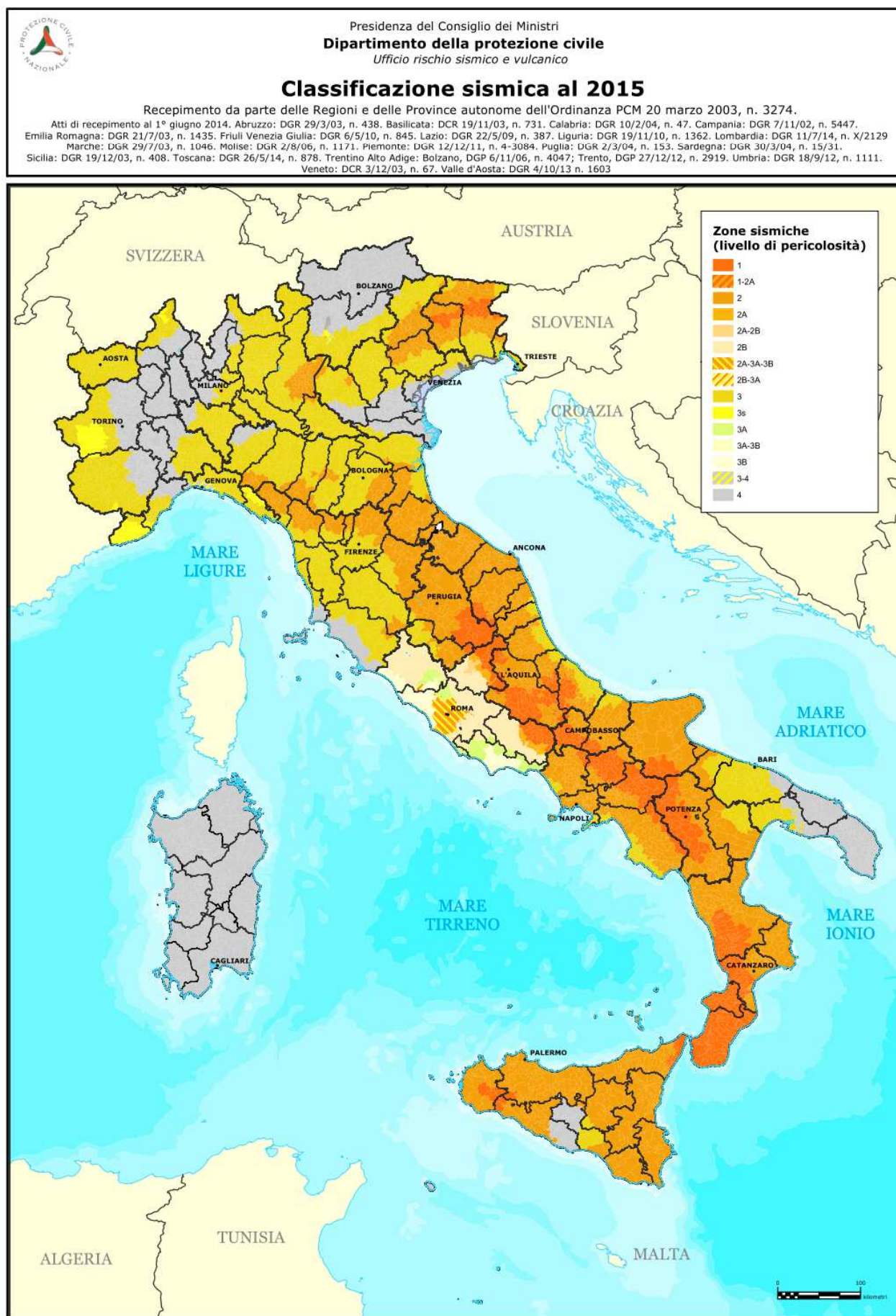
In base alla normativa citata, si osserva che il grado di sismicità stabilito per la Regione Sardegna è molto basso: Categoria sismica 4 .

Nessuna ulteriore suddivisione è stata operata a livello regionale, a correzione, anche solamente parziale, della norma Nazionale.



Tutto il territorio comunale, in quanto facente parte della Regione Sardegna, in base alle N.T.C. , - Normativa Sismica , di cui al D.M. 14/01/2009, viene ad essere classificato nella Zona Sismica IV.

La tipologie delle rocce in posto: GRANITI, le inserisce nella classe A di riferimento per categorie del sottosuolo e condizioni topografiche. Considerando che questa rimanga invariata per tutta la sezione di interesse: 30 m dal p.c. . Infatti il rilievo di superficie mostra potenze trascurabili dei terreni detritici di copertura al basamento metamorfico e granitoide.



"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazione energetica e funzionale, della scuola Primaria Via Incrociatore Trieste" – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

Vengono qui di seguito segnalati, in funzione dei risultati delle prove eseguite, i parametri di riferimento per i calcoli strutturali di progettazione, precisando che con delibera del 30.03.2004 della R.A.S. veniva stabilito e deliberato:

Sulla base di quanto esposto l'Assessore alla difesa dell'Ambiente, giuste le disposizioni di cui all'Art. 94, comma 2, lett. a, del D.lgs. 112/98, che conferisce alle regioni l'individuazione delle zone sismiche, la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone e dell'art. 2, punto 1, della Ordinanza 3274/2003 che, come detto, lascia facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione anti-sismica, propone alla Giunta Regionale:

- di recepire in via transitoria, fino a nuova determinazione conseguente l'aggiornamento della mappa di rischio sismico nazionale, in corso di redazione da parte degli Organi Tecnici competenti, la classificazione sismica dei Comuni della Sardegna così come riportato nell'Allegato A dell'Ordinanza 3274/2003 in cui i comuni dell'isola sono classificati in Zona 4;
- di non introdurre per detti comuni l'obbligo della progettazione antisismica.

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la Vita Nominale per il coefficiente d'uso C_u :

$$V_r = V_n \times C_u$$

Il valore del coefficiente C_u è definito nella seguente tabella, al variare della classe d'uso:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
Coefficiente C_u	0.7	1.0	1.5	2.0

Se V_r risulta essere minore o uguale a 35 anni, si pone comunque $V_r = 35$ anni

Tabella 3.2.11

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori V_{s_30} superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di tre metri
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensarsi o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s_30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (Ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori V_{s_30} compresi tra i 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s_30} inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (Con $V_s > 800$ m/s).

2.2.3 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_s è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tipi di Costruzione		Vita Nominale V_s (anni)
1	Opere provvisorie ¹ – Opere Provvisionali – Strutture in fase costruttiva	< 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

1) Le verifiche sismiche di strutture provvisorie o in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni

Sondaggi sismici a rifrazione:

L'esecuzione delle due tomografie sismiche eseguite ha permesso di evidenziare, all'interno delle sezioni indagate, la presenza delle seguenti anomalie:

L.1

La sezione tomografica mostra una situazione piuttosto semplice, con presenza di un livello di alterazione e degradazione delle proprietà elasto-meccaniche che gradatamente aumentano al procedere da S a N, cioè dalla parte iniziale, verso quella finale del sondaggio. L'anomalia maggiore è rilevabile nel tratto di pertinenza delle scale che portano al livello ribassato, ove sono situati i campi di giuoco per i bambini. Tale anomalia ha inizio al punto 4 dello stendimento (Geofono 4) ove è presente anche in superficie, da qui procedendo verso N si nota un assottigliamento della zona anomala, con presenza sia a letto che a tetto di livelli sismici caratterizzati da isodromiche a velocità molto superiore (3000-3600 m/s). Dopo il punto geofono 13 scompare il livello sismico superficiale a velocità media per l'affioramento di strati sismici che presentano velocità isodromiche mediamente più basse (circa 2000 m/s). Il livello sismico a velocità isodromica maggiore è il livello affiorante nella sola parte iniziale del profilo (Geofoni 1 e 2). Da qui si immerge in modo quasi verticale per circa 3 m al di sotto del piano di pavimentazione, per poi procedere quasi in orizzontale sino a fine sondaggio, e scomparendo infine sulla verticale dei geofoni 16-17.

La sezione può essere interpretata come composta da quattro sismostrati principali, le cui caratteristiche di velocità (onde P) e spessore (minimo e massimo) sono consultabili in Tabella 1.

L.2

Presenta tre principali settori anomali: parte iniziale (Fino al geofono 7); parte centrale (Geofono dall'11 al 15); parte finale (geofoni dal 20 al 24)

Tali anomalie presentano potenze variabili: circa 3÷4 la prima; 2÷3 m la centrale; 1 m l'ultima. Tutte e tre risultano immerse in uno strato a velocità isodromica compresa tra i 2200 ed i 2600 m/s. Questo presenta invece potenze discrete, con massimi nel settore centrale, sulla verticale dei geofoni 14÷15, ove è pure presente la già citata anomalia centrale superficiale. I sismostrati a velocità maggiore (>3500 m/s) risultano al di sotto dei 5÷7 m dal p.c. su quasi tutta la sezione.

Tabella 1

Profilo sismico	L.01 - L.02		L.01	L.02
	Sismostrato	Approssimazione del range di velocità onde P [m/s]	Approssimazione degli spessori min e max del sismostrato - [m]	Approssimazione degli spessori min e max del sismostrato - [m]
	Sismostrato 1	>1000 ÷ <1600	0.5÷1.0	2.0÷3.0
	Sismostrato 2	>1600 ÷ <3000	1.0÷3.5	5.0÷8.0
	Sismostrato 3	>3000 ÷ <3800	1.0÷2.0	1.0÷2.5
	Sismostrato 4	>3800	5.0÷20.0	5÷20.0

MASW

Sul medesimo profilo della **L.02** è stata eseguita una prova **MASW** atta a individuare la classe sismica di riferimento per i terreni indagati.

Sulla **L.1**, a solo titolo comparativo, è stata estrapolata una seconda **MASW**. I risultati ottenuti con questa prova risultano essere molto simili a quelli ottenuti per la **MASW** eseguita sulla **L.2**. I risultati ottenuti per le due MASW sono: - M. 1 Vs eq.= 496 m/s; - M. 2 Vs eq = 474 m/s

La classe sismica attribuita alle rocce in posto, in base al valore ottenuto, risulta essere la **CLASSE B**. Tale risultato conferma le ipotesi di cui alle sezioni tomografiche, che individuano le citate anomalie, anche profonde, e che indicano la presenza di livelli detritici e/o rocce molto alterate e/o fratturate fino ad una profondità di 2÷6 m dal piano di pavimentazione.

10 P.A.I.

L'area in esame, relativamente ad un recente studio di adeguamento del PUC di Palau al P.P.R. ed al PAI della RAS ("ADEGUAMENTO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE AL P.P.R. E AL P.A.I. – CARTE DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA – ALL. I.A – Relazione Compatibilità Idraulica" Redatto a cura del: - Dott. Geol. Luigi Pala; - Dott. Agr. G. Paolo Stacconeddu; Dott.ssa Archeologa P. Mancini – Coordinatore Ing. G. Piero Cassitta – Febb. 2012), risulta perimetrata: - nella Classe Hi 0 nella "Carta della Pericolosità Idraulica" di cui all'Elaborato I.08 – Sett. 2012, allegata al citato adeguamento del P.P.R. ed al P.A.I. del P.U.C. di Palau; - Nella Classe Hg1 nella "Carta della Pericolosità Geologica (da Frana)" – Tavv. R.03 in scala 1:10.000 ed 1: 4.000, allegate al predetto adeguamento al P.P.R. ed al P.A.I. del P.U.C. di Palau – Agg. 2015. Di seguito vengono qui allegate le carte P.A.I. di riferimento, tratte dallo studio citato, ("ADEGUAMENTO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE AL P.P.R. E AL P.A.I. – CARTE DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA – ALL. I.A – Relazione Compatibilità Idraulica" Redatto a cura del: - Dott. Geol. Luigi Pala; - Dott. Agr. G. Paolo Stacconeddu; Dott.ssa Archeologa P. Mancini – Coordinatore Ing. G. Piero Cassitta – Febb. 2012.

Da quanto detto si ottiene che il settore di intervento non viene ad essere limitato altro che dalle norme edilizie comunali vigenti in materia.

11 CONCLUSIONI

I risultati ottenuti, dopo attento esame dei dati raccolti, direttamente mediante sopralluoghi, rilievi eseguiti sul posto, indirettamente per acquisizione dei dati derivati dall'interpretazione delle prove geofisiche eseguite: sondaggi sismici a rifrazione e prova MASW, hanno permesso di trarre le seguenti conclusioni:

I° GEOLOGICHE

La litologia del settore di interesse, interpretata in funzione dei risultati ottenuti dalle prove geofisiche, è costituita in massima parte da:

- livelli antropici: pavimentazione (Comprensiva di piastre di pavimentazione superficiale, massetto, massicciata ed eventuale rilevato di sottofondo); - depositi detritici di copertura quaternaria (coltre di alterazione arenitica (in gergo "sabbioni"); detriti di falda o versante e detriti residuali e di rimaneggiamento antropico; livelli eluvio-colluviali e mitate alluvioni recenti, tutti costituenti la copertura del basamento roccioso paleozoico intrusivo. La potenza dei termini detritici, evidenziata e descritta ai punti: - 1) TERRENI DI FONDAZIONE e RISULTATI OTTENUTI – I) PROFILO GEOLOGICO, mostrano un profilo non omogeneo, con presenza di anomalie verticali piuttosto estese sia orizzontalmente che in verticale.

Le anomalie riscontrate mostrano potenza variabile da due a sei metri nel complessivo medio. Segue un livello arenizzato, alterato e degradato del basamento roccioso, ed infine i graniti allo stato lapideo.

- II° GEOMORFOLOGICHE

L'area presenta sufficiente stabilità morfologica sia per la tipologia dei litotipi affioranti, sia per l'acclività piuttosto modesta dei versanti nel complesso. Nessun potenziale problema geologico, idrologico e/o idraulico risulta essere stato al momento segnalato a carico del settore di intervento.

III° IDROGEOLOGICHE

Le falde presenti sono di natura freatica, entro le formazioni detritiche ed alluvionali. Si è ipotizzata presenza di acque di circolazione o infiltrazione all'interno dei termini detritici di copertura, al di sotto dei termini detritico-antropici (Pavimentazione-massetto) ed all'interno del livello detritico rimaneggiato sottostante, o ancora entro i termini di copertura detritica ed il livello più superficiale, alterato, degradato e fratturato, del basamento granitico, anche se localmente arenizzato. Trattasi comunque di acque di secondaria importanza e che mostrano portate irrilevanti, ma che nel tempo hanno potuto causare gli inconvenienti segnalati: cedimento differenziato con lineazioni di trazione alla base della parete SW dell'edificio scolastico, oltre al formarsi delle condizioni individuate come anomalie dalle sezioni geofisiche.

- IV) GEOTECNICHE

Vengono qui esemplificati valori medi ottenuti per interpolazione tra i risultati qui ottenuti con le prove eseguite ed i corrispondenti valori riscontrabili in bibliografia per terreni simili tramite le prove in situ là eseguite. La comparazione fornisce valori accettabili per il caso in esame, pur consigliando, dala l'esecuzione di sole prove indirette, di valutare l'effettiva corrispondenza con le previsioni di studio, con i dati verificati direttamente in sede definitiva/esecutiva dei lavori. Mediamente i parametri geotecnici calcolati, sono così mediamente valutabili, nel complesso:

A) Livelli colluvio-alluvionali con
Ghiaie sabbioso limose :

Densità naturale: $\gamma = 2.01/2.08 \text{ T/mc}$
Densità secca: $\gamma = 1.65/1.90 \text{ T/mc}$
Coesione $C = 0.24/0.94 \text{ Kg/cmq}$
- Angolo d'attrito: $\Phi = 22,9^\circ/29,7$

B) Detriti residuali e depositi di versante
(Sabbioni arenitici rimaneggiati, addensati):

Densità naturale : $\gamma = 1.74 \text{ T/mc}$
Densità secca: $\gamma = 1.74 \text{ T/mc}$
Coesione: $C = 0.18 \text{ Kg/cmq}$
- Angolo d'attrito: $\Phi = 37,6^\circ$

C) Graniti arenizzati

Peso di volume : $\gamma = 2.5 \text{ T/mc}$
- Angolo d'attrito : $\Phi = 43^\circ$

In sede definitiva/esecutiva si provvederà anche ad accertare l'idoneità delle esistenti opere di fondazione a sopportare l'incremento di carico prevedibile per l'intervento in proposta di realizzazione.

PROVE PROGRAMMATE

Dovendo fornire i parametri di progetto per la verifica delle condizioni di idoneità all'esecuzione dell'ampliamento verticale di un edificio, non ci si può basare unicamente su dati di interpolazione con prove indirette, come per il caso in esame. I risultati ottenuti dalle prove indirette, qui rappresentati da soli sondaggi geofisici, necessitano di una taratura di conferma da eseguirsi a mezzo di prove ed indagini dirette.

Al fine di poter valutare e quantificare i parametri progettuali con sufficiente approssimazione dovranno essere eseguite apposite indagini e lavori. Questi avranno il compito di fornire al progettista le indicazioni necessarie per la scelta ed il dimensionamento delle opere progettuali.

Valutazione dei parametri progettuali:

- INDAGINI

Le indagini e prove da eseguire per i suddetti motivi possono così individuarsi:

a) – Prove “in situ”

Sono tutte quelle prove, dirette o indirette, da eseguirsi direttamente sul posto onde accertare e misurare i parametri cui tali prove sono preposte , di cui:

- Prove dirette:

- Sondaggi geognostici: Pozzetti e carotaggi per la valutazione geo-stratigrafica dei terreni in posto e delle tipologie delle opere di fondazione. Sui campioni prelevati saranno poi eseguite le prove di laboratorio per la valutazione dei parametri geotecnici ed idrologici; Prove in sito saranno pure eseguite per la valutazione dei parametri idrologici .

- Prove indirette:

- Sondaggi geofisici:

Sono preposti allo studio indiretto della situazione geostrutturale e stratigrafica profonda. Forniscono, dopo apposita operazione di taratura tramite abbinamento con prove di cui ai punti precedenti, il mezzo per poter valutare non più puntualmente, ma nella media dei valori calcolati, tutta una ampia sezione di terreno e, per estrapolazione, una apprezzabile valutazione media dell'intero settore limitrofo. Nel caso concreto avranno il compito di valutare, la potenza e la consistenza dei terreni sulle intere sezioni sismiche, ed in particolare in corrispondenza delle anomalie riscontrate all'interno di queste.

b) Prove di laboratorio

Dott. Geol. Luigi Villa – V.le San Lorenzo, 57 – 07029 TEMPIO PAUSANIA (SS)

Si eseguono su campioni di terreno prelevati in superficie, in condizioni per quanto possibile indisturbate, tramite apposite attrezzature campionatrici, o in profondità tramite carotaggi, per la valutazione di parametri fisici, meccanici geotecnici ed idrogeologici. Tramite questi si procederà alla verifica di compatibilità dei terreni in posto con i materiali da utilizzare in fase progettuale esecutiva nella messa in opera dei manufatti previsti per la regimentazione delle acque e di protezione all'abitato.

L'esecuzione delle prove si rende indispensabile per la valutazione dei parametri che caratterizzano i terreni affioranti nel settore in studio regolandone lo stato di equilibrio e/o di rischio.

Le indagini "In Situ" permettono la valutazione dei parametri dei terreni in posto nelle condizioni originali.

Saranno eseguite :

A) – Indagini dirette

- Prove geotecniche:

- 1) – Prove penetrometriche dinamiche ;
- 2) – Prove S.P.T. ;

B) – Prove di laboratorio

Le prove di laboratorio saranno eseguite su campioni prelevati direttamente sul posto con tutti gli accorgimenti atti alla raccolta in condizioni per quanto possibile indisturbate e da carote di sondaggio, per la valutazione dei parametri fisici e geotecnici.

PREVISIONE DI SPESA

In base all'allegato preventivo possono quantificarsi, con buona approssimazione, gli importi di spesa necessari alla esecuzione delle prove suddette. Si tenga presente che il regolare procedere nell'esecuzione delle stesse sarà subordinata ai risultati ottenuti, in relazione al caso concreto, dalla successione ordinata delle singole prove ed indagini. Si tende a precisare che nell'attuale fase di studio saranno eseguite unicamente le prove relative alla sola valutazione: - dei profili stratigrafici; - delle potenze dei terreni detritici e profondità del substrato lapideo. Questo rendendosi indispensabile per un razionale procedere della scelta e dimensionamento delle opere progettuali.

"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazione energetica e funzionale, della scuola Primaria Via Incrociatore Trieste" – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

Di seguito si espongono il preventivo spese per indagini e prove stilato su voci del prezziario regionale.

COMPUTO METRICO - PRONTUARIO DI SPESA – Voci da Prezziario RAS

	Descrizione e computo	Costo unitario Espresso in €	Quantità prevista	Importo In €
A	SONDAGGI GEOGNOSTICI			
1	Esecuzione di sondaggi geognostici (P.G.) Per l'esame diretto della situazione geostatigrafica locale) Previsti n° 4 P.G.		4	240.00
B	SONDAGGI GEOTECNICI			
2	IMPIANTO DI CANTIERE PER INDAGINI GEOGNOSTICHE-GEOTECNICHE, compreso l'approntamento in deposito delle attrezzature, degli accessori, dei ricambi e dei consumi; compreso il carico su automezzo, lo scarico in cantiere, il montaggio, lo smontaggio a lavori ultimati, il carico su automezzo e lo scarico in deposito; compreso il trasporto dal deposito al cantiere di lavoro, compreso il ritorno a vuoto; o trasporto delle stesse da cantiere a deposito, compresa l'andata a vuoto; compreso il trasferimento del personale; a corpo	830,57	1	830,57
2	INSTALLAZIONE DI ATTREZZATURA PER SONDAGGIO in ciascuna postazione di perforazione, su aree collinari comunque accessibili ai normali mezzi di trasporto, compreso l'onere del trasporto da una postazione alla successiva, il carico e lo scarico, il tracciamento e la picchettazione	242,91	4	971.64
3	PERFORAZIONE ad andamento verticale o con inclinazione fino ad un massimo di 15° dalla verticale, eseguita a rotazione a carotaggio continuo, con carotieri di diametro da 85 mm sino a 101 mm, in terreno a granulometria grossolana quali ghiaie, ghiaie sabbiose, ciottoli e rocce tenere, esclusi quelli che richiedono l'impiego di corone diamantate; compreso l'onere dell'estrazione delle carote e la loro conservazione in apposite cassette catalogatrici queste escluse e compensate a parte; compresa la tubazione di rivestimento del foro; compresa la redazione di una planimetria generale con l'ubicazione delle perforazioni e della stratigrafia di ogni singolo sondaggio; per le seguenti profondità, misurate a partire dal piano campagna, comprese tra: m 0,00 e m 20,00	71,89	24	1725.36

"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazione energetica e funzionale, della scuola Primaria Via Incrociatore Trieste" – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

4	FORNITURA DI CASSETTA CATALOGATRICE, avente dimensioni interne di m 1,07x0,98x0,15 a 5 scomparti; atta alla conservazione di carote e campioni; compreso l'onere della loro custodia e della loro consegna nel luogo indicato dalla committente	32,83	5	164.15
5	ESECUZIONE DI PROVE SPT (STANDARD PENETRATION TEST) all'interno dei fori di sondaggio; eseguite con campionatore tipo RAYMOND del diametro di 2"; per le seguenti profondità misurate da piano di campagna: da m 0,00 a m 20,00	58,16	6	348.96
6	PRELIEVO DI CAMPIONE INDISTURBATO, compatibilmente con la natura dei terreni, nel corso di sondaggi, con l'impiego di campionatore a parete sottile spinto a pressione; compreso l'onere della fornitura di fustella zincata, della paraffinatura per eseguire la sigillatura e del trasporto al laboratorio di analisi indicato dal committente; per le profondità seguenti dal piano di campagna: da m 0,00 a m 20,00	60,53	6	363.18
C	PROVE DI LABORATORIO			
	Analisi granulometrica completa su campioni indisturbati. Per vagliatura	38,71	6	232,26
	Determinazione dei limiti di Atterberg e indice di plasticità	33,52	6	201,12
	Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande per 3 provini (con misura di resistenza e di picco residuo)	222,64	3	667,92
A	TOTALE SONDAGGI GEOGNOSTICI			240,00
B	TOTALE SONDAGGI GEOTECNICI			4.403,86
C	TOTALE PROVE DI LABORATORIO			1.101,30
D	TOTALE SONDAGGI E PROVE			5.745,16
E	UTILE D'IMPRESA	10%		574,51
F	TOTALE			6.319,67
G	I.V.A.	22%		1.390,33
H	TOTALE COMPLESSIVO			7.710,00

DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA

TAVOLE ESTRATTE DA:

ADEGUAMENTO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE AL P.P.R. E AL P.A.I.

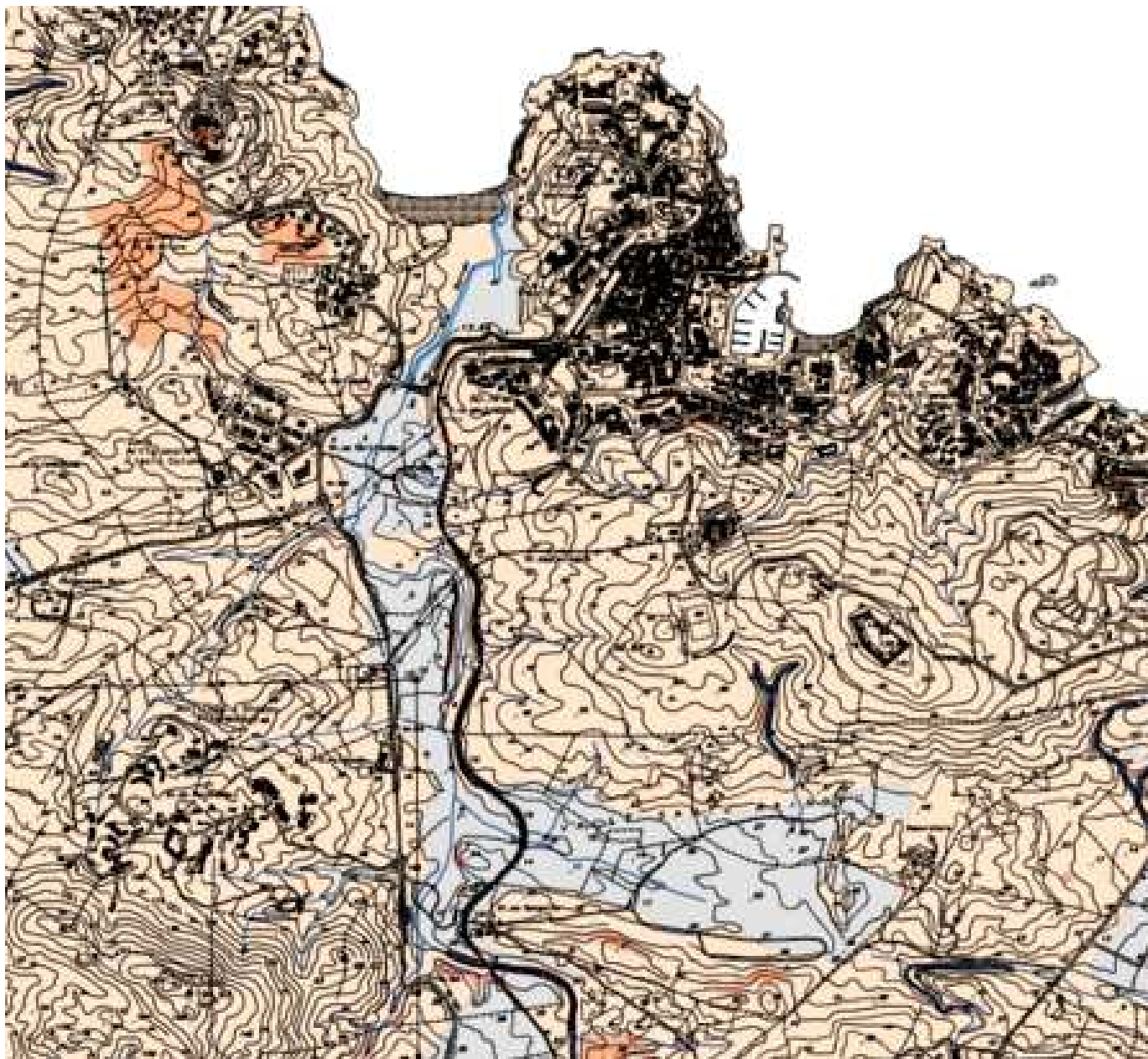
CARTE DELLA PERICOLOSITA'

GEOLOGICA E IDRAULICA

2012 – AGG 2015

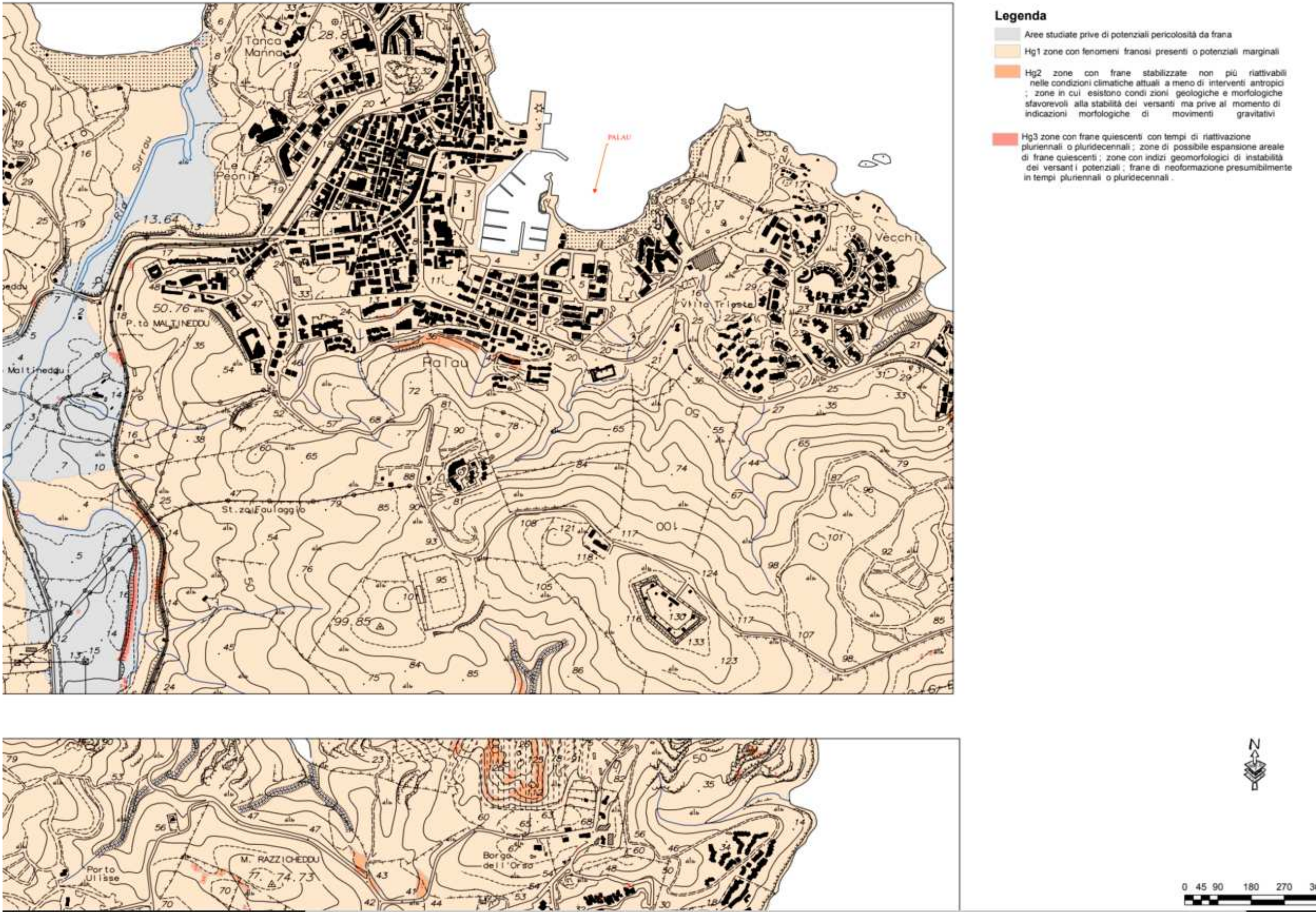
Allegato al P.U.C. del comune di Palau

(Studio redatto da: Coordinatore – Dott. Ing. G. Piero Cassitta; Geol. Dott. Luigi Pala)

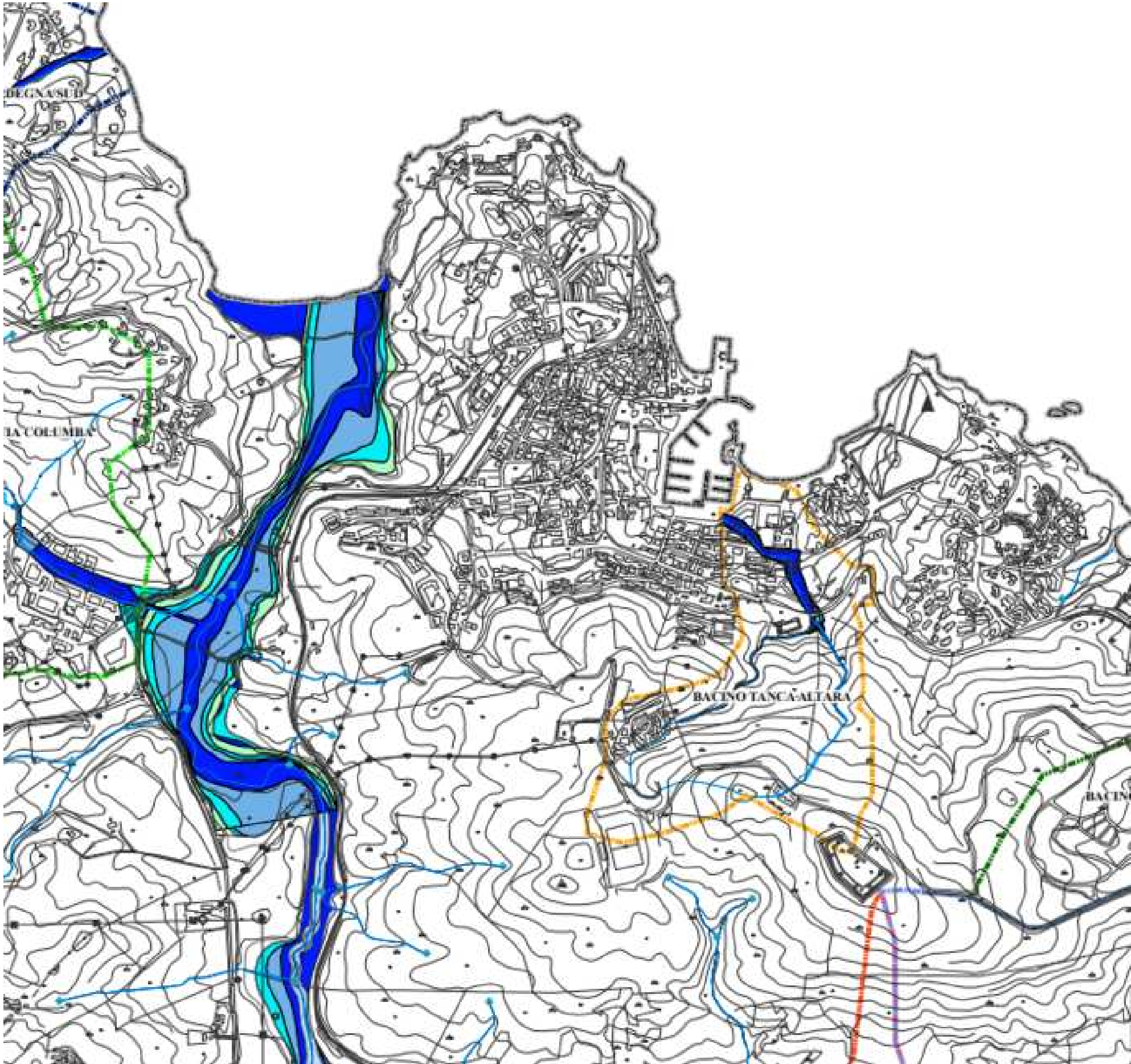


R.03 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA – AGG. 2015

"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazione energetica e funzionale, della scuola Primaria Via Incrociatore Trieste" – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

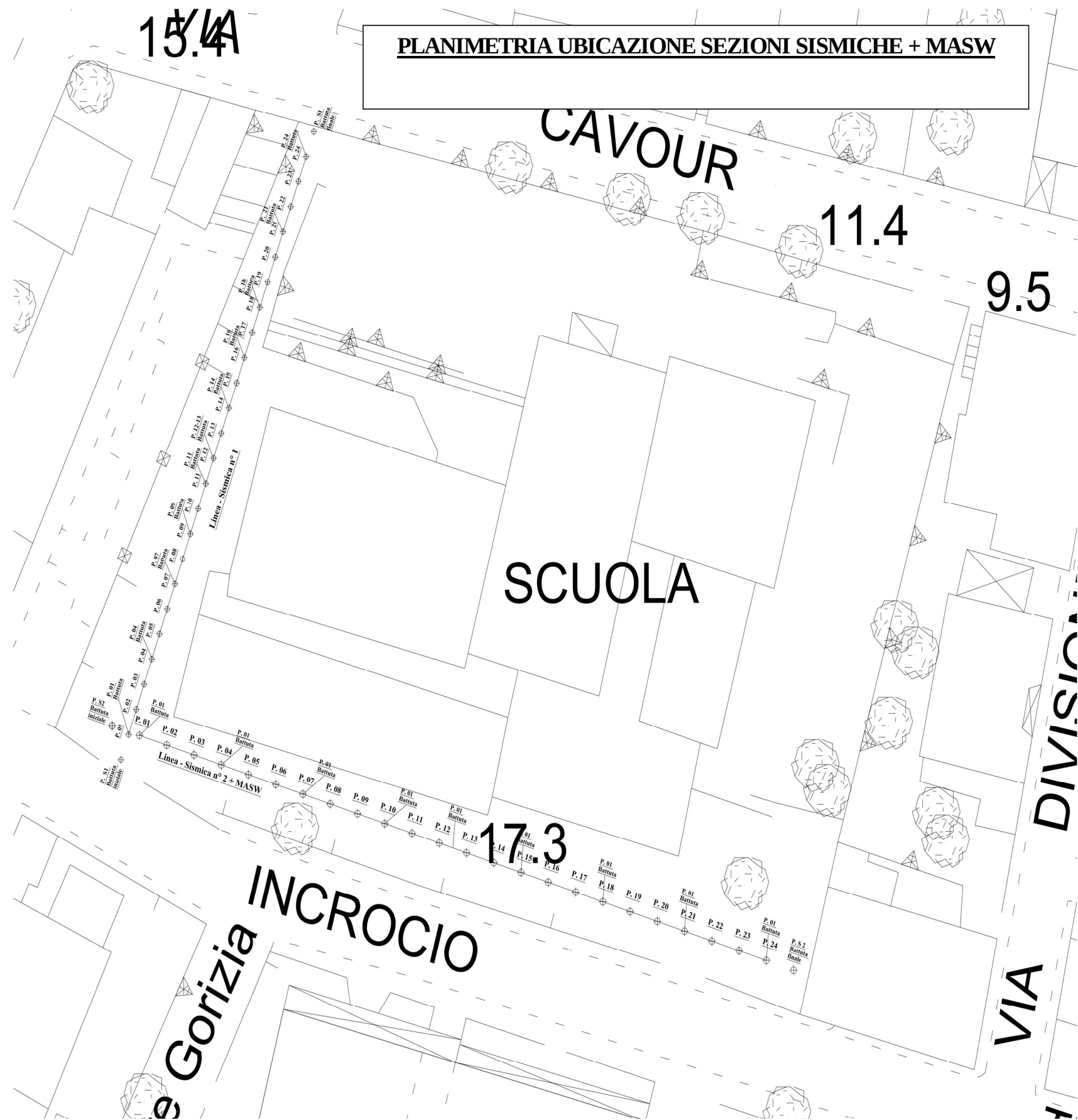


"Ampliamento in sopraelevazione, con riqualificazione energetica e funzionale, della scuola Primaria in Via Incrociatore Trieste" – Indagini Geofisiche e Relazione Geologica Preliminare

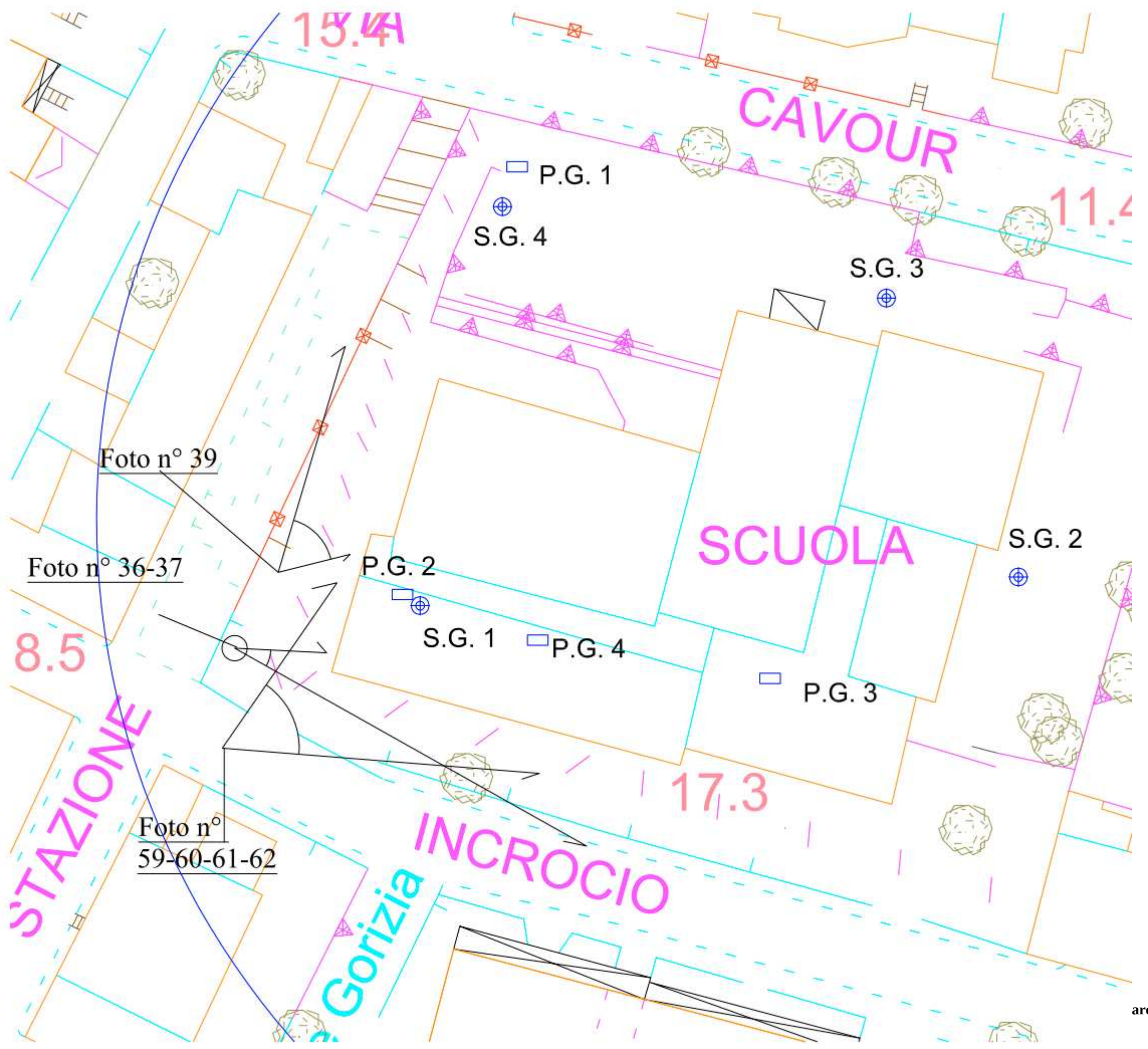


I.08 – LA PERICOLOSITA’ IDRAULICA





D



are

- PLANIMETRIA
- PROVE E SONDAGGI
 - DOCUMENTAZIONE. FOTOGRAFICA