

COMUNE DI S. MARIA COGHINAS PROV. DI SASSARI		ALLEGATO G
INTERVENTI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE SCOPERTO "SCOLO PISCHINAZZA"		
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA		
ELABORATO		
RELAZIONE GEOLOGICA		
AGGIORNAMENTO Rev. 1 - GIUGNO 2023	DATA DICEMBRE 2021	SCALA
RTP : ING. ELENA DEMARTIS - MANDATARIA		
MANDANTI : ING. MADDALENA IDILI ING. ANDREA SANNA ING. STEFANO TOLA GEOL. DONATELLA GIANNONI		ARCH SILVIA MARCHINU ARCH. LUCIANO IDDA ARCHEOLOGO GABRIELE CARENTI
PER L' AMM/NE COMUNALE	IL PROGETTISTA	

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. MODELLO GEOLOGICO	5
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
2.2 GEOLOGIA	6
2.2.1 <i>Quadro geologico-strutturale</i>	6
2.2.2 <i>Quadro litostratigrafico</i>	8
2.2.3 <i>Quadro litostratigrafico del sito di progetto</i>	10
2.3 GEOMORFOLOGIA	10
2.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
2.4.1 <i>Circolazione idrica superficiale.</i>	13
2.4.2 <i>Circolazione idrica sotterranea</i>	14
2.4.3 <i>Analisi trasporto solido</i>	15
2.5 OPERE IN PROGETTO	20
2.6 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AMBITO DELLA PRECEDENTE PROPOSTA PROGETTUALE.	22
2.6.1 <i>Modello litostratigrafico.</i>	25
2.6.2 <i>Modello litotecnico (Profilo litotecnico G3)</i>	26
2.7 PIANO DELLE INDAGINI	29
2.7.1 <i>Programma delle indagini geognostiche</i>	29
3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.	30

1. PREMESSA

La presente relazione è parte del progetto di fattibilità tecnica ed economica per gli *"Interventi strutturali per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto "Scolo Pischinazza"."*

Il canale esistente, la cui realizzazione risale agli anni '50, nacque come dreno delle acque meteoriche ed è ancora oggi il ricettore di acque bianche. Attualmente il canale si presenta in gran parte tombato a seguito di diversi interventi negli anni '80. Risulta a cielo libero solo quando si allontana dalle ultime case dell'abitato e punta verso nord entrando a far parte della rete dei dreni della piana della bassa valle del Coghinas.

La lunghezza del canale (dall'origine nei pressi del cimitero fino all'attraversamento sotto la S.P. (circonvallazione) è di circa 1633 ml, di cui solo gli ultimi 254 ml a cielo aperto.

Nella prima versione del PFTE, redatto dall'RTP con capogruppo Ing. Francesco Bosincu, il progetto aveva focalizzato l'attenzione lungo il tratto dello Scolo Pischinazza che interseca la circonvallazione di Santa Maria Coghinas per il quale era stata valutata l'ipotesi di una soluzione che prevedesse l'aumento della luce complessiva del ponte tramite l'inserimento di una seconda campata e il rialzo dell'impalcato dello scatolare esistente. Si erano infatti concentrate le indagini geognostiche in corrispondenza di quest'opera, allo scopo di pervenire alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione del nuovo attraversamento.

A seguito della valutazione del Progetto da parte della RAS, su richiesta della stessa, tenuto conto che il finanziamento avuto dall'Amm./ne comunale è destinato allo stombamento dei canali tombati esistenti e non al superamento delle problematiche idrauliche date dal ponte, è stata abbandonata l'ipotesi dell'intervento sul manufatto di attraversamento stradale, seppure ritenuto indispensabile, per orientarsi sulla eliminazione della pericolosità idraulica data dalla presenza del canale tombato a monte dello stesso.

Il corso d'acqua in realtà, oltre a collettare le acque provenienti dal bacino, ha anche una funzione di canale di bonifica dei terreni agricoli adiacenti, di alto pregio.

Dai calcoli idraulici riportati anche per portate esigue si assiste all'allagamento delle campagne per centinaia di metri, sia a causa della pendenza pressoché nulla che per le bassissime velocità che caratterizzano la piana alluvionale.

Gli interventi oggetto del presente progetto quindi, che si attuerà da valle verso monte, tenendo conto dell'incremento delle portate verso il ponte sulla S.P.3, prevedono:

- Stombamento di un tratto dello scolo a monte della confluenza con il rio di Giunchini fino all'altezza del rione di La Conza, (La Conza 2);
- Adeguamento dimensionale del canale a cielo aperto di "scolo Pischinazza", ampliando la larghezza del fondo dell'alveo dagli attuali 3 metri ai 9 metri, con raccordo in prossimità del ponte. L'intervento è esteso, a monte del ponte, sino alla confluenza tra il Rio di Giunchini e il tratto periurbano del collettore;
- Adeguamento degli attraversamenti stradali, uno su via degli Orti e l'altro su via delle Vigne mediante l'installazione di uno scatolare al lato di quello esistente, manufatti che costituirebbero, di fatto, un raddoppio del canale tombato esistente.

Attraverso questa nuova sistemazione, si otterrebbe il contenimento all'interno del nuovo canale a cielo aperto della portata avente un tempo di ritorno di 20 anni, determinando da subito sensibili riduzioni del grado di rischio idraulico; il "sistema" verrà completato da un sistema di allerta sul ponte lungo la SP 33, in attesa che un ulteriore finanziamento consenta il suo adeguamento.

Il presente elaborato, parte del progetto di fattibilità tecnica ed economica, è stato redatto in armonia con la normativa vigente in materia (D.M. L.L. 11.03.88: "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione ed il collaudo delle opere di fondazione*" e D.M. 17/01/2018 "*Norme tecniche per le costruzioni*"); questa prescrive che le scelte progettuali devono tener conto della modellazione geologica e devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove, scelte in funzione dell'opera da realizzare e alle previste modalità esecutive.

Più in particolare *il progetto delle opere e dei sistemi geotecnici deve articolarsi nelle seguenti fasi* (par 6.2 -NCT 2018):

1 caratterizzazione e modellazione geologica del sito;

2 scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;

3 caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce nel volume significativo e definizione del modello geotecnico del sottosuolo;

La caratterizzazione e la modellazione geologica consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio. In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Il modello geotecnico consiste nello schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, ognuna delle quali è rappresentata da valori caratteristici dei parametri geotecnici, dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni e/o prove e misure in sito.

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1 Inquadramento geografico

Lo Scolo Pischinazza, canale oggetto del presente progetto, costeggia la periferia settentrionale del centro abitato di S.M. Coghinas (Fig. 1), e il progetto riguarda il tratto che va dal rione di La Conza fino all'intersezione con la circonvallazione (Fig. 2).

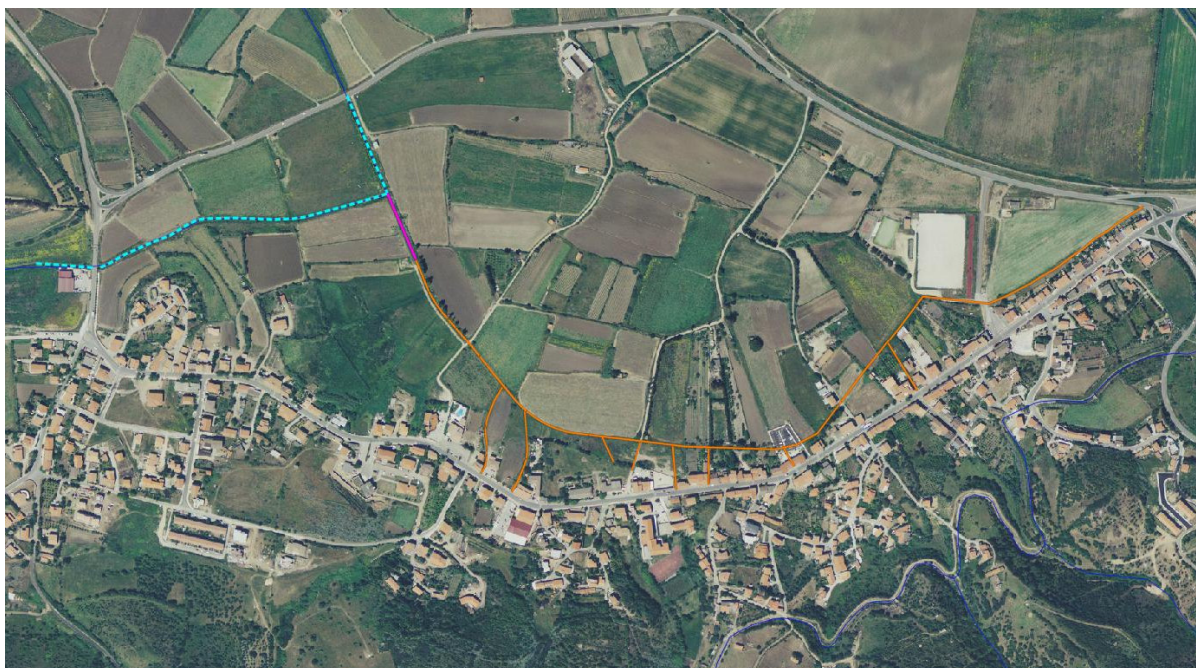


Figura 1: Ubicazione dell'area di progetto, alla periferia settentrionale del centro abitato di S.M.Coghinas.



Figura 2: Schema idraulico Scolo Pischinazza - Rio di Giunchini.

I riferimenti cartografici utilizzati sono i seguenti:

- Foglio n°442, sezione I, " Viddalba " della Carta Topografica d'Italia, 1:25.000.
- Sezione 442070 "Viddalba" della Carta Tecnica Regionale, 1:10.000.

2.2 Geologia

2.2.1 Quadro geologico-strutturale

I riferimenti geologici utilizzati per definire il quadro geologico generale sono i seguenti:

- Carta Geologica della Sardegna in scala 1:250.000, a cura del Servizio Geologico Nazionale e delle Università degli Studi di Sassari, Cagliari e Siena.
- Carta Geologica di base della Regione Sardegna.
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) RAS (2005).

La strutturazione geologica della Sardegna è caratterizzata, schematicamente, da un basamento metamorfico paleozoico, intruso da plutoniti tardo erciniche, e da coperture sedimentarie e vulcaniche. Il territorio urbano di Castelsardo è ubicato nel settore settentrionale della "fossa sarda", la depressione che si estende dal golfo dell'Asinara fino a quello di Cagliari delimitata a Ovest e ad Est da alti strutturali del basamento; questa struttura regionale è associata alla fase tettonica distensiva oligo-miocenica, alla cui apertura sono legati due importanti fenomeni della geologia sarda: un'intensa attività vulcanica che ha messo in posto potenti spessori di prodotti lavici e piroclastici, e varie ingressioni marine che hanno portato alla formazione di importanti coltri sedimentarie e vulcano sedimentarie. I sedimenti correlati alla fase deposizionale comprendono due cicli sedimentari principali. Il primo ciclo ha un'età che va dal Burdigaliano superiore al Langhiano e comprende sabbie alla base, seguite da calcari litorali e da marne di ambiente marino più profondo; tale sequenza poggia con contatto trasgressivo sulle vulcaniti sottostanti ed è interrotta superiormente da una superficie di erosione. Il secondo ciclo sedimentario, che arriva fino al Tortoniano-Messiniano, inizia anch'esso con sabbie di ambiente fluvio-marino e prosegue con calcari bioclastici di piattaforma interna.

Nella strutturazione generale dell'area studiata assume carattere predominante la tettonica distensiva tardo-ercinica, che si è manifestata con la formazione di importanti zone di taglio milonitiche, dirette o trascorrenti, con direzioni principali circa N 60° E, E-W e N-S. Queste importanti zone di taglio profondo individuano aree di debolezza crustale riattivate durante le varie fasi tettoniche che si sono succedute nel Nord Sardegna e rappresentano importanti direttrici lungo le quali la dinamica esogena ha modellato i principali lineamenti

morfologici. Gli orientamenti della struttura, principalmente circa N 60° E e N-S, sono ben evidenziati, in questa parte della "fossa", sia dal sistema di faglie che dall'orientamento dei contatti tra le litologie del basamento e quelle delle coperture vulcano-sedimentarie (Fig. 3).

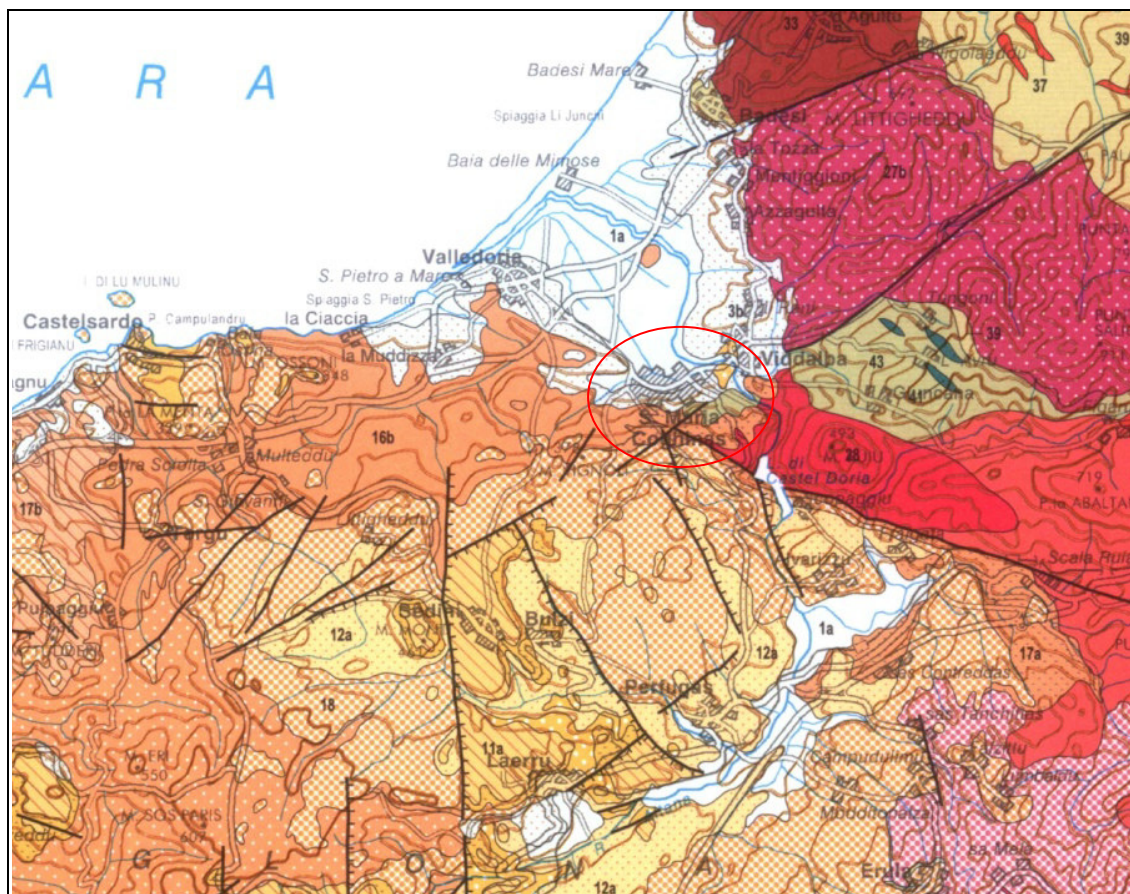


Figura 3: Inquadramento geologico (da "Carta Geologica della Sardegna" in scala 1:250.000_2008).

Nell'ambito di tale quadro geodinamico si inseriscono le formazioni geologiche presenti nel territorio urbano di Santa Maria Coghinas, che è situato nel settore nord-orientale della "fossa sarda", adiacente al bordo del graben.

Il quadro geologico è infatti costituito, ad est del centro abitato, dalle litologie del basamento ercinico, rappresentato dalle metamorfiti intruse dal complesso granitico della Gallura, sul quale poggiano le formazioni vulcano-sedimentarie oligo-mioceniche, che occupano il settore sud-occidentale; chiudono la successione le formazioni quaternarie sia recenti che antiche, rappresentate dai depositi alluvionali del Fiume Coghinas, che formano l'ampia piana alluvionale a nord del centro urbano (Fig. 4).

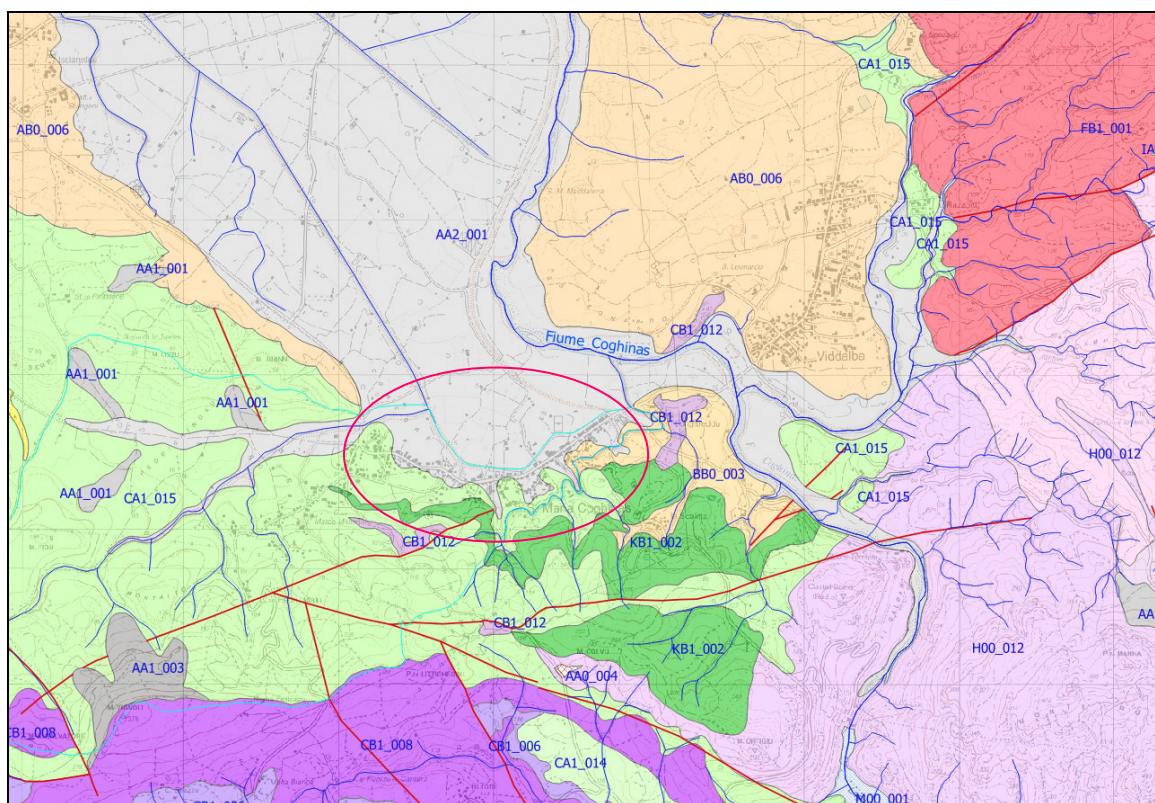


Figura 4: Stralcio della carta geologica della Sardegna (fonte RAS).

2.2.2 Quadro litostratigrafico

Di seguito vengono schematicamente descritte le principali formazioni geologiche che caratterizzano i bacini idrografici sottesi alla sezione della confluenza tra il Rio Giunchini e il canale e riportate nella Carta Geologica (*Tav.1*), allegata al presente elaborato.

Complesso metamorfico

Micascisti prevalenti e paragneiss in facies anfibolitica di pressione intermedia con sovraimpronta metamorfica di alta temperatura (?Precambriano-?Paleozoico).

Complesso granitoide

Leucograniti moderatamente inequigranulari. FACIES MONTE SAN GIORGIO. (Unità intrusiva di tempio Pausania) (Carbonifero sup. Permiano).

Successione sedimentaria Oligo-Miocenica

FORMAZIONE DI CASTELSARDO. Si tratta di depositi di ambiente fluviale passante a lagunare e a marino di piattaforma. Le litologie rappresentate sono numerose e comprendono: arenarie e sabbie, tufiti, conglomerati a ciottoli eterometrici di granitoidi e vulcaniti, tufi, marne arenaceo-siltose giallastre e verdastre più o meno siltose, fossilifere per abbondanti malacofaune, calcari grigio bruni, selci, argilliti. (Oligocene sup.-?Aquitano).

Complesso vulcanico oligo-miocenico

Tufi pomicei grigio-rosati a biotite. (Aquitaniense sup.-Burdigaliano).

UNITA' DI LOGULENTU. Depositi di flusso piroclastico pomiceo-cineritico, saldati, di colore rosso-violaceo in estesi espandimenti, a composizione da dacitica o riodacitica, vitrofirici alla base. (Burdigaliano).

Depositi pleistocenici dell'area continentale

LITOFACIES DEL SUBSISTEMA DI PORTOSCUSO. Conglomerati e sabbie in terrazzi e conoidi alluvionali. (Pleistocene sup.).

Depositi quaternari dell'area continentale

DEPOSITI ALLUVIONALI. Sabbie, ghiaie, limi e argille. (Olocene)

DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI. Detriti immersi in matrice fine, arricchiti in frazione organica. (Olocene)

I versanti a sud del centro abitato, che degradano verso la piana del Fiume Coghinas, sono formati, ad est, dalle litologie del basamento ercinico e ad ovest dalle litologie oligo-mioceniche della Formazione di Castelsardo.

I terreni più antichi sono rappresentati da micascisti foliati appartenenti al complesso metamorfico di medio grado del Nord Sardegna, che si trovano in contatto, talvolta tettonico, con l'ammasso intrusivo tardo-paleozoico nella facies leucogranitica.

Formazione di Castelsardo è una formazione di ambiente fluviale passante a lagunare e a marino di piattaforma che presenta una marcata stratificazione e giacitura sub-orizzontale o con deboli inclinazioni prevalentemente verso i quadranti settentrionali, rappresentata da alternanze di numerose litologie comprendenti: arenarie e sabbie, tufiti, conglomerati, marne arenaceo-siltose, calcari grigio bruni, selci e argilliti.

Alle quote più basse affiorano i sedimenti pleistocenici di conoide alluvionale che derivano dall'imponente azione di deposito, precedente alla realizzazione delle dighe, da parte del Fiume Coghinas, terzo dell'isola per lunghezza e secondo per portata media e massima. Questi depositi raccordano i versanti del basamento ercinico alla piana alluvionale formata dai sedimenti più recenti del corso d'acqua, che si estende per quasi 6 km fino alla linea di costa, a nord del centro abitato.

Le alluvioni del Fiume Coghinas sono una potente formazione geologica costituita dall'alternanza di termini litologici a differente granulometria, con livelli di sabbie, conglomerati a ciottoli poligenici e limi, ricchi anche di componente organica, in eteropia di facies sia verticale che orizzontale, disposti quindi secondo una stratigrafia di tipo lenticolare, con i livelli a granulometria maggiore in posizione più avanzata o più arretrata rispetto alla linea di costa, a seconda della variazione della posizione della foce nei vari periodi geologici.

2.2.3 Quadro litostratigrafico del sito di progetto

Il centro abitato di S.M. Coghinas si dispone con una forma allungata tra i versanti delle colline, a sud, e la piana alluvionale, a nord, sviluppandosi prevalentemente sugli affioramenti delle alluvioni antiche del Fiume.

Le aree di progetto in particolare, situate a nord del centro abitato, si sviluppano interamente nella piana alluvionale, quindi in un'area pianeggiante ed omogeneamente occupata dai terreni sabbioso-limosi (Tav. G2 - Carta geolitologica e interventi in progetto).

2.3 Geomorfologia

A sud del centro abitato di S.M. Coghinas la morfologia impostata sul basamento paleozoico è rappresentata da rilievi con acclività medio alta, incisi prevalentemente lungo direttrici N/S a formare un reticolo idrografico diretto verso la piana del Fiume Coghinas.

Un primo cambio di paesaggio si ha in corrispondenza dell'appoggio, sulle sottostanti rocce granitiche, delle antiche conoidi pleistoceniche derivanti dall'imponente azione di deposito del Fiume Coghinas, dove i rilievi sono cupoliformi e i versanti poco acclivi. La seconda importante rottura di pendio si ha in corrispondenza del contatto tra le conoidi antiche e i depositi alluvionali attuali del Fiume. Si tratta di piana di circa 30 km², dove la morfologia è pianeggiante, con quote da m. 0 a 7 s.l.m. e numerose aree di depressione paludose legate ad una morfologia fluviale relitta e alla superficialità del livello piezometrico della falda.

La costruzione del sistema di dighe (Casteldoria, a S. M. Coghinas e Muzzone, nelle gole del Limbara) che ha interessato il corso del Fiume Coghinas intorno agli anni '60 ha modificato notevolmente i caratteri dell'alveo eliminando quasi completamente i tratti in cui divagava nella sua ampia piana e dando forma sostanzialmente ad un alveo unicursale. L'analisi della cartografia precedente alla realizzazione degli invasi infatti evidenzia come il fiume si dividesse in diversi rami meandriformi che si estendevano per tutta l'ampiezza della piana

INTERVENTI STRUTTURALI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE
COPERTO "SCOLO PISCHINAZZA"

Progetto di fattibilità tecnica ed economica - Relazione Geologica

alluvionale (Fig. 5 e 6). Lo stesso Rio Barbara Farro, che attualmente è incanalato fino al mare, era un affluente del Fiume Coghinias.

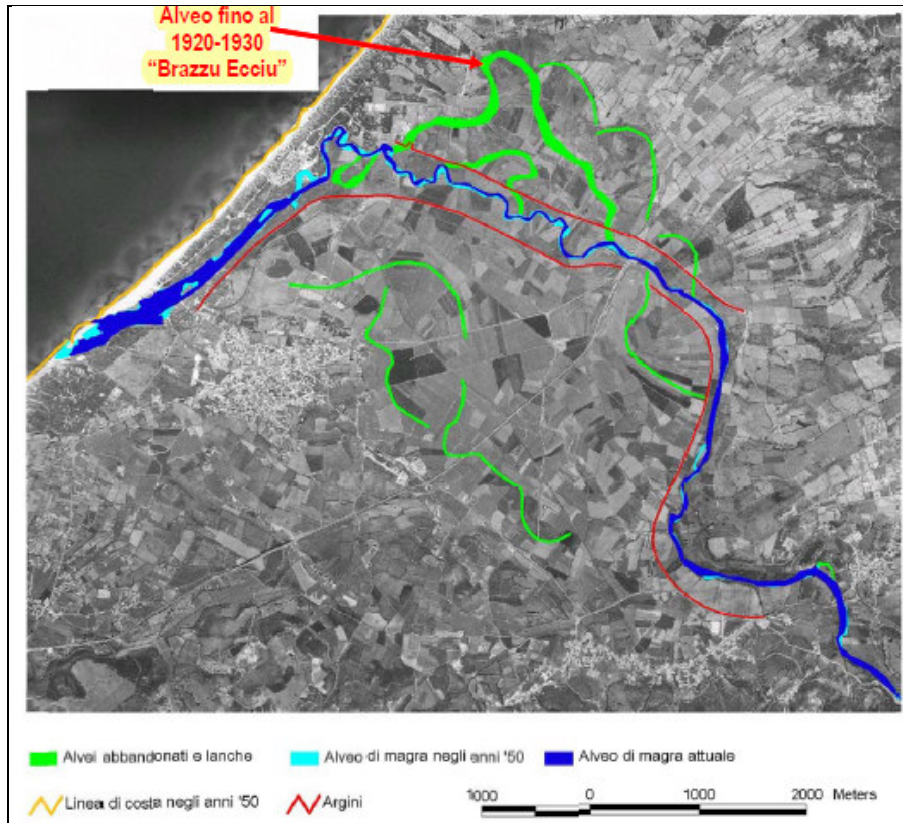


Figura 5: Ricostruzione alvei antichi da PSFF.

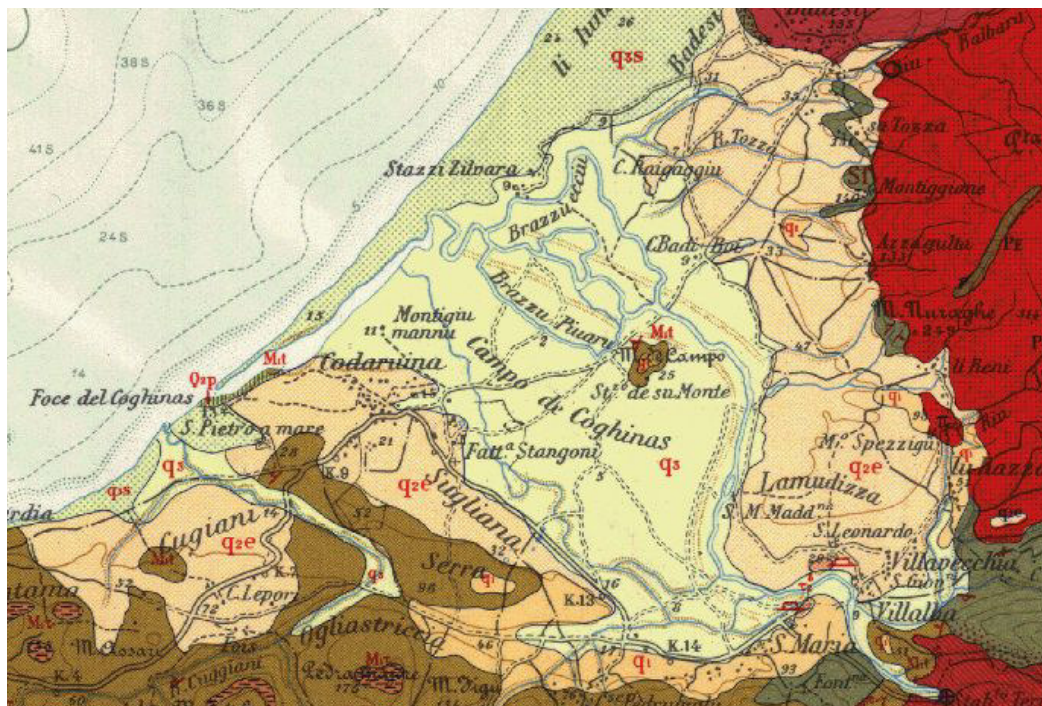


Figura 6: Ricostruzione alvei antichi da cartografia geologica 1:100.000.

Una situazione totalmente differente rispetto a quella attuale, creatasi anche a seguito della realizzazione del sistema arginale, messo in opera negli anni compresi tra 1913 e 1938, all'interno del quale il Fiume Coghinas scorre, con qualche discontinuità, sino alla foce.

Attualmente quindi il Fiume, dopo aver percorso una stretta valle incassata nelle rocce del basamento per circa 2 km, all'altezza dell'abitato di Santa Maria Coghinas defluisce lungo la sua piana alluvionale dove incide il suo percorso prima con andamento sinuoso poi più francamente meandriforme fino all'importante sistema dunale costiero. In questo tratto il carattere della dinamica fluviale, in relazione alla diminuita pendenza, è evidenziato oltre che dall'andamento meandriforme del corso d'acqua anche dal tipo di sedimenti, dapprima prevalentemente sabbiosi poi fini e limosi verso la foce.

Nella piana alluvionale, per le sue caratteristiche morfologiche di bassa pendenza, non si rilevano elementi geomorfologici predisponenti ad instabilità, né indizi di franosità; il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna individua diverse aree a pericolo di frana nei versanti a sud del centro abitato (Fig. 7), ma le aree di progetto, sviluppandosi interamente nella piana alluvionale, non sono inserite all'interno di queste.



Figura 7: Aree di pericolosità da frana individuate dal PAI vigente e ubicazione area di progetto.

2.4 Inquadramento idrogeologico

2.4.1 Circolazione idrica superficiale.

L'idrografia superficiale dell'area studiata è caratterizzata dalla presenza di un corso d'acqua a carattere permanente, il Fiume Coghinas, terzo fiume dell'isola per lunghezza ed al secondo posto per portata media e massima. Il suo bacino idrografico comprende una zona molto ampia che dai monti del Goceano, dove si trovano le quote più elevate del bacino idrografico, arriva fino al Golfo dell'Asinara sfociando tra Badesi e Valledoria; qui il corso d'acqua, all'uscita da un percorso nella valle incassata del basamento paleozoico, depositando il suo carico di sedimenti, ha formato una vasta piana alluvionale favorendo la formazione di un litorale sabbioso lungo più di 10 Km.

Il suo reticolo idrografico è esteso ed articolato e comprende tre invasi artificiali: il Lago Lerno, tra Pattada e Buddusò, ad una quota di m. 550, il Lago del Coghinas (diga Muzzone), tra Oschiri e Tula, intorno a una quota di m. 164 e il Lago di Casteldoria, tra Viddalba e S.M. Coghinas.

A valle della diga di Casteldoria il maggior tributario è il Rio Baddu Crabili; il reticolo secondario che drena le acque dai rilievi a sud del centro abitato di Santa Maria Coghinas, è riconducibile ad un sistema di piccoli compluvi che, esclusivamente durante i periodi piovosi, convogliano le acque meteoriche verso il fondovalle principale; a protezione della parte orientale del centro abitato, ubicata a valle dei versanti più ripidi impostati nel basamento paleozoico, è stato realizzato un canale di guardia in corrispondenza del quale il PAI vigente individua la massima pericolosità idraulica (Fig. 8).

Come già detto nel precedente paragrafo, il Fiume, a valle della diga di Casteldoria, è regimato da opere idrauliche rappresentate da rilevati arginali con l'obiettivo di contenere le esondazioni all'uscita dalla zona montana.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e il Piano Stralcio delle fasce Fluviali (PSFF) classificano tutta la piana alluvionale a pericolosità idraulica con classi da Hi1 a Hi4. Le aree di intervento sono inserite all'interno di tali aree a vincolo idraulico (Fig. 4), e pertanto il presente progetto è corredato anche dello Studio di Compatibilità Idraulica, ai sensi dell'art. 24 delle N.A. del PAI.

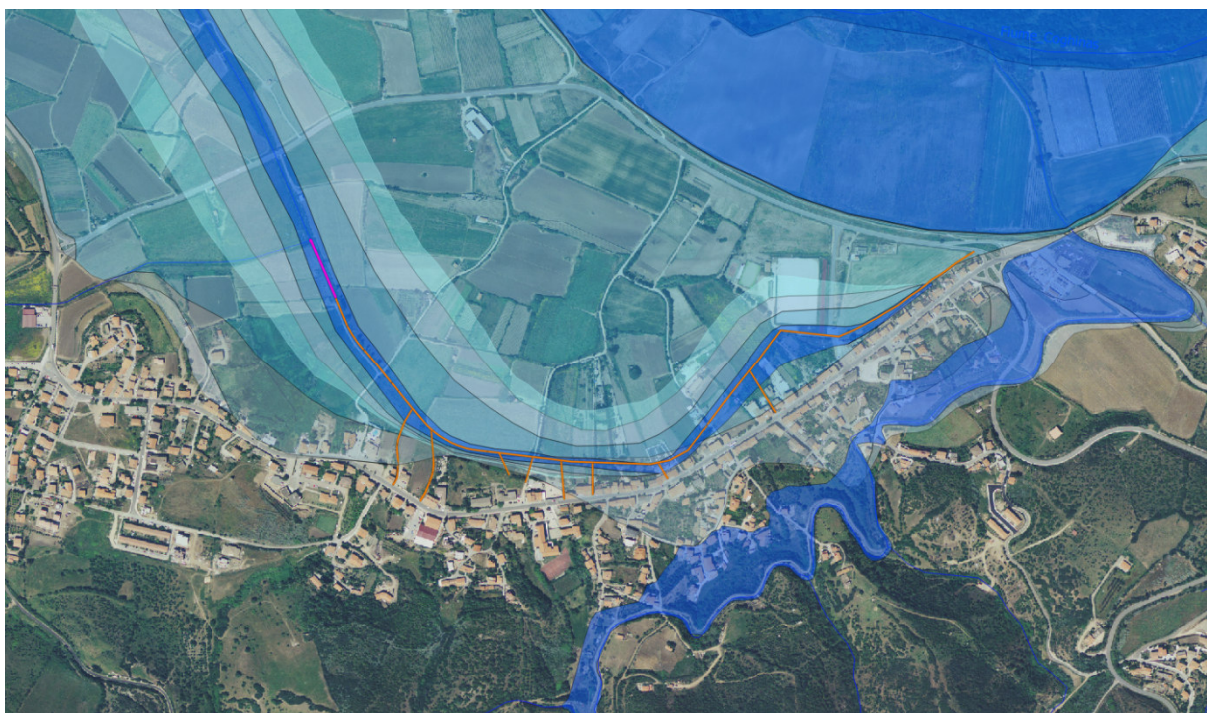


Figura 8: Aree di pericolosità da frana individuate dal PAI vigente e ubicazione area di progetto.

2.4.2 Circolazione idrica sotterranea

Le unità idrogeologiche vengono distinte sulla base dei parametri litologici e delle caratteristiche qualitative e quantitative (tipo e grado di permeabilità) della permeabilità.

Nei versanti dove affiorano le litologie prive di porosità (i leucograniti e le metamorfiti), le acque meteoriche e superficiali penetrano nel sottosuolo esclusivamente tramite il reticolo di fessure beanti: fratture, piani di scistosità, faglie e zone di alterazione. Il grado di permeabilità è basso con coefficiente di permeabilità $10^{-4} > K > 10^{-9}$ m/s.

Le formazioni sedimentarie oligo-mioceniche, per l'alternanza di livelli litoidi e marnoso-siltitici, presentano un tipo di permeabilità misto: mediamente permeabili per fessurazione i primi e poco o nulla permeabili per porosità i secondi.

Il complesso conglomeratico-sabbioso delle alluvioni fluviali antiche, con spessori talvolta anche di diverse decine di metri è caratterizzato da un grado di permeabilità medio-alto per porosità, con coefficiente di permeabilità $10^{-2} > K > 10^{-4}$ m/s.

L'acquifero dei depositi alluvionali è esso stesso un complesso di corpi sedimentari più o meno spessi ed interdigitati fra loro a creare un sistema di falde sovrapposte. La formazione alluvionale infatti è rappresentata da sedimenti fini e limosi che ricoprono uniformemente la vasta piana e corrispondono a quanto il corso d'acqua ha depositato solo nei periodi più

recenti; la stratigrafia profonda rivela invece una potente formazione geologica, dove livelli di sabbie e conglomerati a ciottoli poligenici si alternano a limi ricchi anche di componente organica.

I depositi alluvionali quindi sono costituiti dall'alternanza di termini litologici a differente granulometria, nei quali difficilmente si riconosce una continuità orizzontale con strati di potenza costante, ma piuttosto si può pensare ad una stratigrafia di tipo lenticolare, in eteropia di facies sia verticale che orizzontale. Questo, dal punto di vista idrogeologico, si traduce in una circolazione idrica a falde sospese avente comunque una sua unicità all'interno del complesso idrogeologico, con scambi continui tra gli acquiferi a differente permeabilità.

Dai dati rilevati durante la campagna di indagini eseguita tramite Prove Penetrometriche Dinamiche nell'ambito della precedente proposta progettuale, in corrispondenza dell'attraversamento tra la SP 33 ed il canale Scolo Pischinazza, la falda freatica si attesta a una quota inferiore a -2,00 m da p.c..

2.4.3 Analisi trasporto solido

I lavori relativi alle sistemazioni idrauliche partono comunemente dallo studio idraulico puro, mirato in genere alla conoscenza dei deflussi che pervengono ad una determinata sezione fluviale ed in particolare alla determinazione della portata di massima piena, allo scopo di calibrare le opere di risanamento rispetto ad un evento eccezionale statisticamente prevedibile.

Tuttavia la valutazione del rischio idrogeologico non può prescindere da una disamina complessiva dei fattori del territorio, in particolar modo quando l'analisi non interessa grossi sistemi fluviali, bensì sistemi a carattere torrentizio, come quello preso qui in esame.

La necessaria caratterizzazione climatica, i dati sulle portate liquide, sui coefficienti di deflusso, sui tempi di corrivazione, vanno supportati dai dati riguardanti il trasporto solido e le condizioni di erodibilità del bacino imbrifero; questi dati, derivando da un approfondito studio delle caratteristiche litologiche, morfologiche, climatiche e dell'uso del suolo del territorio, forniscono preziosi parametri utilizzabili sia a breve termine, per un adeguato dimensionamento delle opere di risanamento idraulico, che a medio e lungo termine, per un risanamento del territorio dell'intero bacino imbrifero.

Le condizioni di erodibilità di un bacino imbrifero, per effetto del ruscellamento delle acque piovane da cui deriva un più o meno imponente trasporto solido, sono funzione della resistenza delle litologie costituenti il bacino, della loro giacitura, delle pendenze, dell'esistenza di zone dissestate, della presenza o meno di copertura vegetale e del tipo di vegetazione (bosco, pascolo, seminativo, incolto...). A questi elementi sono legati sia le quantità dei materiali prodotti per erosione che le loro granulometrie: le argille, i limi e le sabbie fini vengono trasportate in sospensione dalla corrente liquida fino alla foce del corso d'acqua; i materiali di dimensione media, che la turbolenza della corrente non riesce a mantenere in sospensione, procedono a salti sul fondo dell'alveo e vi si depositano al rallentare della velocità della corrente; i materiali grossolani e i blocchi strisciano e rotolano sul fondo e si depositano a monte degli altri materiali.

La valutazione del trasporto solido in un corso d'acqua naturale presenta numerosi fattori d'incertezza, in genere connessi con l'indeterminazione dei dati e dei parametri ma anche con la forte dispersione dei risultati che si ottengono utilizzando le diverse formule (tutte empiriche) che sono disponibili in letteratura.

Queste formulazioni possono schematicamente dividersi in due categorie, differenti anche sulla base del fattore tempo:

a) quelle idrauliche, fondate su parametri legati alla corrente idrica e alle dimensioni dei grani, fondamentalmente basate sulla teoria del trasporto solido di Shields, che per primo individuò un legame fra lo sforzo tangenziale τ_0 , che provoca il primo movimento del materiale incoerente ed omogeneo posto sul fondo dell'alveo, e la viscosità μ , la densità ρ del fluido, nonché le caratteristiche d e ρ_s dei grani; si tratta di modelli di previsione evento per evento.

b) quelle ambientali, fondate invece su parametri differenti legati a caratteristiche proprie del bacino quali pendenza dell'asta, piovosità, termometria ecc.; si tratta di modelli di previsione annuale.

Uno dei modelli usati per la valutazione del trasporto solido medio annuo è quello proposto da Gavrilovic, mentre la valutazione relativa al singolo evento, considerando che, come generalmente accade nei corsi d'acqua torrentizi della Sardegna, il trasporto solido si attiva durante un evento di piena, può essere condotta a partire dai risultati dello studio idraulico, svolto sulla base del modello numerico HEC-RAS, implementato su tutti i tratti classificati

come asta principale. In entrambe i casi si tratta di valutazioni teoriche della capacità di trasporto solido.

Nel presente studio l'analisi del trasporto solido viene valutata tramite applicazione il metodo di Gavrilovic.

TRASPORTO SOLIDO MEDIO ANNUO. Il metodo di Gavrilovic è stato messo a punto nel 1959 considerando i bacini a carattere torrentizio del Sud e del Sud-Est della regione balcanica e rappresenta quello che, fra tutti, meglio combina semplicità d'uso e attendibilità dei risultati. Questo metodo prende infatti in considerazione tutti i quattro fattori principali che condizionano l'entità dell'erosione in un bacino (litologia affiorante e condizioni di dissesto in atto, copertura vegetale, acclività media e clima). Si tratta di un metodo calibrato su un notevole numero di bacini in tutta Europa, in condizioni climatiche, morfologiche e litologiche molto differenti.

Il metodo proposto da Gavrilovic richiede l'introduzione dei dati geometrici del bacino e dei parametri legati all'erodibilità (tipo di vegetazione, litotipi e condizioni morfologiche). Viene fornito come risultato la quantità di materiale che può essere perduta dal bacino in un anno per erosione.

La relazione, sui cui si basa il metodo, è la seguente:

$$W(mc / anno) = Sh\pi \sqrt{\frac{t^{\circ}}{10} + 0.1} \sqrt{Z^3}$$

dove:

- S = superficie del bacino o sottobacino in Km²;
- h = altezza di precipitazione media annua del bacino in mm;
- t° = temperatura media annua del bacino in °C;
- Z = coefficiente di erosione relativa dato dalla relazione seguente:

$$Z = XY(\Phi + \sqrt{I})$$

dove:

- X = coefficiente di protezione del suolo dato dalla vegetazione;
- Y = coefficiente di erodibilità del suolo dato dalla litologia;
- Φ = coefficiente di degradazione che esprime il tipo e il grado del processo di erosione;
- I = pendenza media del bacino in %.

I fattori X, Y e Φ sono ricavabili attraverso le relazioni sotto riportate e i valori dei coefficienti derivano da più di 20 anni di esperimenti in questo campo:

$$X = \frac{0.01A + 0.2B + 0.35C + 0.6D + 0.95E}{S}$$

in cui:

- A = superficie coperta da boschi o boscaglie densi e di buona struttura (coeff. 0.01);
- B = superficie coperta da prati, campi di trifoglio e altre colture simili (coeff. 0.20);
- C = superficie coperta da pascoli, boschi degradati e boscaglie con suolo eroso (coeff. 0.35);
- D = superficie coperta da frutteti e vigneti senza vegetazione al suolo (coeff. 0.60);
- E = superficie priva completamente di vegetazione (coeff. 0.95);
- U = Area urbana (coeff 0);

$$Y = \frac{0.45L + 0.8LM + 1K + 1.4J + 1.9JF}{S}$$

in cui:

- L = superficie con rocce dure, resistenti all'erosione (coeff. 0.45);
- LM = superficie con rocce di media resistenza (coeff. 0.80);
- K = superficie con rocce friabili (pseudo o semi-coerenti) (coeff. 1);
- J = superficie con rocce incoerenti (coeff. 1.40);
- JF = superficie con rocce sciolte (coeff. 1.90);

$$\Phi' = \frac{N7 + P4 + Q2}{S} \cdot 100$$

in cui:

- N = superficie con frane (coeff. 7);
- P = superficie con erosione accentuata (coeff. 4);
- Q = superficie con valanghe (coeff. 2);

Viste le condizioni climatiche e altimetriche della nostra regione non si tiene conto delle superfici valanghive.

Da Φ' (superficie dissestata relativa) è poi possibile calcolare il coefficiente di degradazione Φ secondo il seguente schema:

- se $0 \leq \Phi' \leq 0,5$ allora $\Phi = 0,1 + \Phi' \cdot 0,4$
- se $0,50 \leq \Phi' \leq 2$ allora $\Phi = 0,134 \cdot \Phi' + 0,133$
- se $2 \leq \Phi' \leq 8$ allora $\Phi = \Phi' / 10 + 0,2$
- se $\Phi' > 8$ allora $\Phi = 1$

Il fattore I esprime invece l'influenza dell'acclività del bacino e si ricava dalla relazione:

$$I = \frac{\sum_{m=1}^6 I_m i_m}{S}$$

in cui:

- I_1 = superficie del bacino in km^2 con acclività fra 0-10% ; $i_1=0.05$
- I_2 = superficie del bacino in km^2 con acclività fra 10-20% ; $i_2=0.15$
- I_3 = superficie del bacino in km^2 con acclività fra 20-40% ; $i_3=0.30$
- I_4 = superficie del bacino in km^2 con acclività fra 40-60% ; $i_4=0.50$
- I_5 = superficie del bacino in km^2 con acclività fra 60-80% ; $i_5=0.70$
- I_6 = superficie del bacino in km^2 con acclività fra >80% ; $i_6=2.00$

La grandezza **W** ricavata rappresenta il volume in m³ di materiale prodotto annualmente nel bacino dai processi erosivi e disponibile nel bacino per il trasporto, ovvero il trasporto solido potenziale.

Il volume di materiale prodotto annualmente a causa dei processi erosivi nel bacino che comprende quello del Rio di Giunchini-Badde Olia e dei compluvi a valle del canale di guardia, alla sezione del nuovo attraversamento, è risultato pari a:

$$W \text{ (mc/anno)} = 1929,11 \text{ m}^3$$

Questo dato rappresenta il prodotto potenzialmente erodibile nel bacino ma che non necessariamente giunge alla sezione di chiusura considerata in quanto possono depositarsi in aree dei versanti o dell'asta fluviale caratterizzati da prevalente deposizione.

Il metodo prevede quindi l'applicazione di un fattore di riduzione **R**:

$$R = \frac{\sqrt{P \cdot H_m} \cdot (L_p + L_i)}{S \cdot (L_p + 10)}$$

dove:

P = perimetro del bacino (km)

L_p = lunghezza asta principale (km);

L_i = lunghezza complessiva affluenti (km);

H_m = altezza media del bacino (km).

Questo è risultato pari a **R = 0.127**

Applicando questo fattore di riduzione, la stima del materiale trasportato alla sezione di chiusura deriva dall'espressione:

$$G = W \cdot R$$

quindi la stima del materiale trasportato risulta:

$$G = W \cdot R = 1929,11 \text{ m}^3/\text{a} \cdot 0.127 = 244,77 \text{ m}^3/\text{a}$$

Tabella riassuntiva: Calcolo del trasporto solido con il metodo di Gavrilovic

Categorie	Parametro	Valore	U.M.
Fisiografia	S - superficie bacino	6,39	km ²
	I - pendenza media	0,23	-
	P - perimetro bacino	13,36	km
	H _m - altezza media bacino	0,108	km
	L _p - lunghezza asta principale	4,208	km
	L _i - lunghezza affluenti	5,38	km
Clima	t - temperatura media annua	17,4	°C
	h - precipitazione media annua	530,2	mm
Copertura	A - boschi e aree con veget. densa	1,36	km ²

INTERVENTI STRUTTURALI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE
COPERTO "SCOLO PISCHINAZZA"

Progetto di fattibilità tecnica ed economica - Relazione Geologica

vegetale	B - campi trifoglio e altre colt. simili	3,457	km ²
	C - pascoli e boscaglie con suoli erosi	0,86	km ²
	D - frutteti e vigneti senza veget. al suolo	0,22	km ²
	E - terreno completam. denudato non coltiv.	0,02	km ²
	U - area urbana	0,46	km ²
Litologia	L - rocce dure, resistenti all'erosione	0,108	km ²
	LM - rocce di media resistenza	4,828	km ²
	K - rocce friabili (pseudo e semicoerenti)	0	km ²
	J - rocce incoerenti (poco resistenti all'eros.)	0,95	km ²
	JF - rocce sciolte (non resistenti all'eros.)	0,507	km ²
Dissesti	N - Superficie con frane	0,156	km ²
	P - superficie con erosione accentuata	0	km ²
Coefficienti calcolati	X - coefficiente di protezione (copertura veget.)	0,182	-
	Y - coefficiente di erodibilità (litologia)	0,97	-
	Φ - coefficiente di degradazione	1	-
	Z - coefficiente di erosione relativa	0,26	-
	R - fattore di riduzione	0,127	-
Risultati	W - trasporto solido potenziale del bacino	1929,11	m³
	G - trasporto solido effettivo alla sezione	244,77	m³/a

2.5 Opere in progetto

Come specificato in premessa il canale esistente, che nacque come dreno delle acque meteoriche e ancora oggi è il ricettore di acque bianche, si presenta in gran parte tombato; dei circa 1633 ml di lunghezza solo gli ultimi 254 ml sono a cielo aperto.

Il corso d'acqua in realtà, oltre a collettare le acque provenienti dal bacino, ha anche una funzione di canale di bonifica dei terreni agricoli adiacenti, di alto pregio.

Dai calcoli idraulici riportati anche per portate esigue si assiste all'allagamento delle campagne per centinaia di metri, sia a causa della pendenza pressoché nulla che per le bassissime velocità che caratterizzano la piana alluvionale.

Per la messa in sicurezza dello scolo Pischinazza occorre tener presente i seguenti fattori condizionanti:

- Basse pendenze, dell'ordine dello 0,2%, che determinano basse velocità;
- Impossibilità di arginare lo scolo Pischinazza dovendone mantenere la funzione di canale di bonifica e permettere alle acque superficiali di confluire nel canale;
- Impossibilità di aumentare notevolmente le portate verso valle in quanto la capacità del canale è condizionata, in corrispondenza dell'immissione nel fiume Coghinas, dalla presenza della Chiavica di Valledoria (idrovara della Foce);

**INTERVENTI STRUTTURALI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE
COPERTO "SCOLO PISCHINAZZA"**

Progetto di fattibilità tecnica ed economica - Relazione Geologica

- Impossibilità totale di modificare la pendenza del canale o di effettuare interventi di approfondimento del fondo del canale (quote di arrivo obbligate).

Gli interventi oggetto del presente progetto quindi, che si attuerà da valle verso monte, prevedono (Fig. 9 e 10):

- Stombamento di un tratto dello scolo a monte della confluenza con il rio di Giunchini fino all'altezza del rione di La Conza, (La Conza 2);
- Adeguamento dimensionale del canale a cielo aperto di "scolo Pischinazza", ampliando la larghezza del fondo dell'alveo dagli attuali 3 metri ai 9 metri, con raccordo in prossimità del ponte. L'intervento è esteso, a monte del ponte, sino alla confluenza tra il Rio di Giunchini e il tratto periurbano del collettore;
- Adeguamento degli attraversamenti stradali, uno su via degli Orti e l'altro su via delle Vigne mediante l'installazione di uno scatolare al lato di quello esistente, manufatti che costituirebbero, di fatto, un raddoppio del canale tombato esistente.

Attraverso questa nuova sistemazione, si otterrebbe il contenimento all'interno del nuovo canale a cielo aperto della portata avente un tempo di ritorno di 20 anni, attualmente non contenuta entro il canale tombato. Si ritiene che la soluzione proposta sia in grado di determinare da subito sensibili riduzioni del grado di rischio idraulico e che il "sistema" possa essere completato da un sistema di allerta sul ponte in attesa di ulteriore finanziamento.

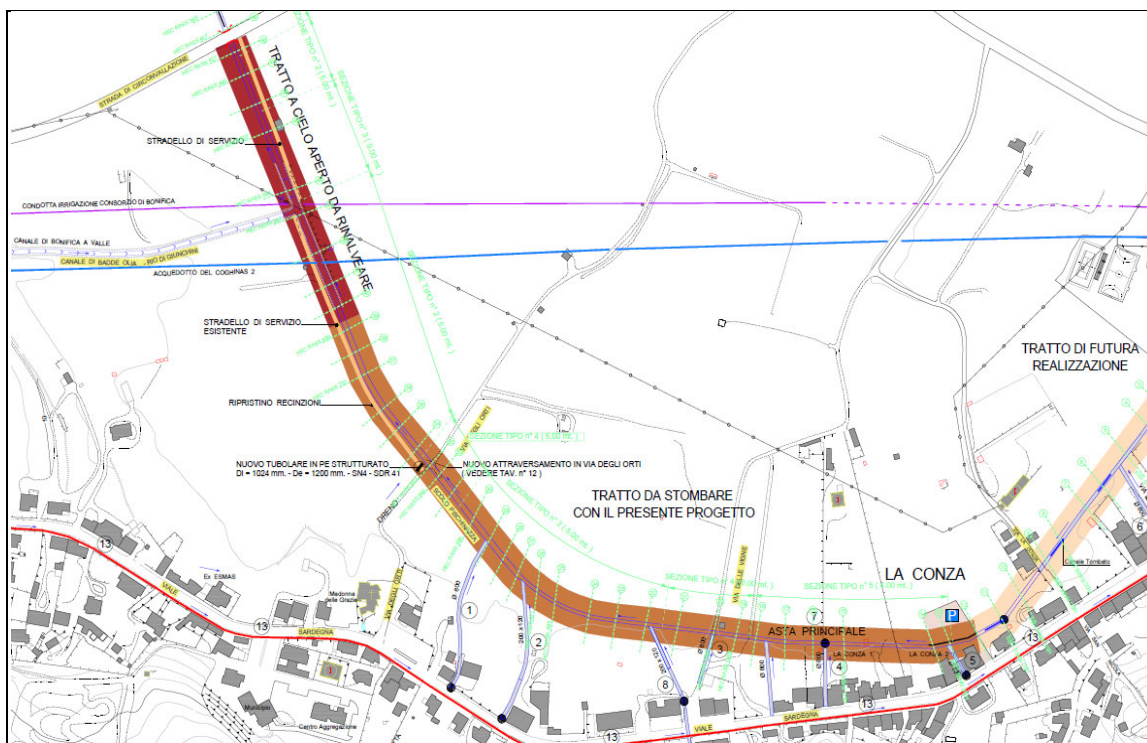


Figura 9: Planimetria generale degli interventi.

**INTERVENTI STRUTTURALI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE
COPERTO "SCOLO PISCHINAZZA"**

Progetto di fattibilità tecnica ed economica - Relazione Geologica

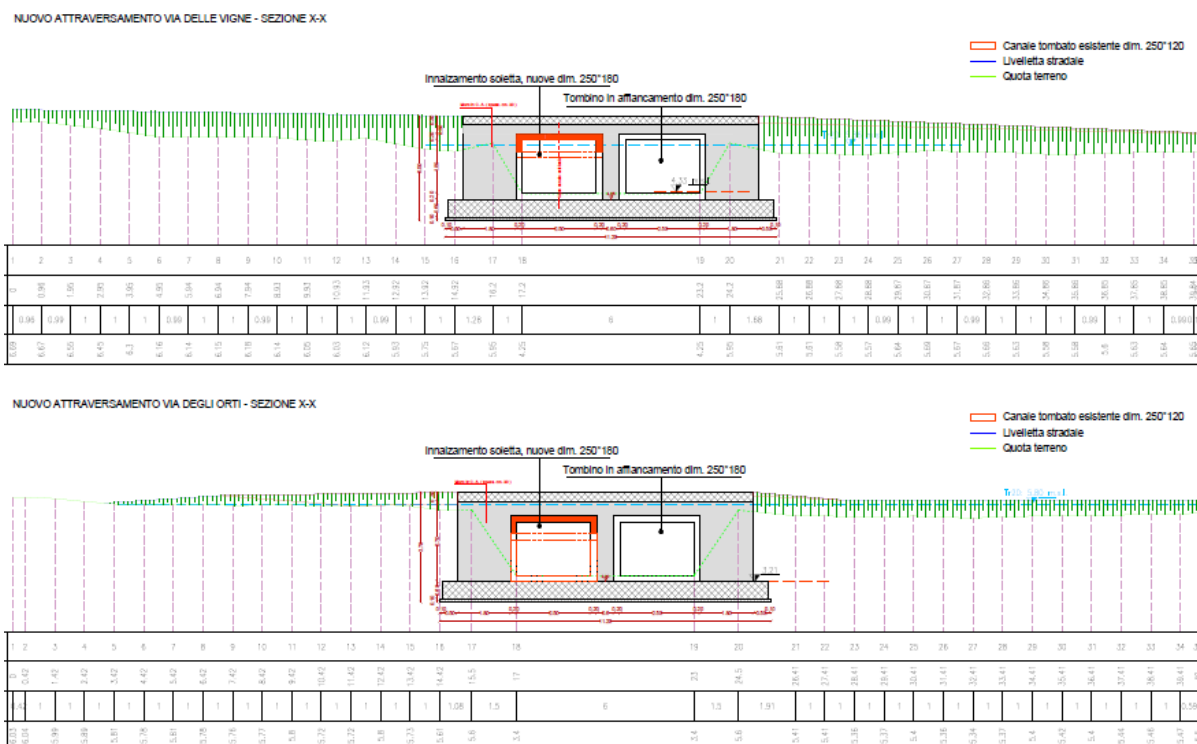


Figura 10:Sezioni nuovi attraversamenti (Via delle Vigne e Via degli Orti).

Considerando la tipologia delle opere in progetto, consistenti nell'ampliamento della larghezza del fondo dell'alveo in alcuni tratti di canale a cielo aperto, e nell'aumento della luce di due attraversamenti, si è ritenuto di concentrare le indagini geognostiche in corrispondenza di queste due opere, allo scopo di pervenire alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione del nuovo attraversamento.

2.6 Indagini geognostiche eseguite nell'ambito della precedente proposta progettuale.

Il medesimo obiettivo ci si era posti anche nella prima versione del PFTE, redatto dall'RTP con capogruppo Ing. Francesco Bosincu, quando il progetto aveva focalizzato l'attenzione lungo il tratto dello Scolo Pischinazza che interseca la circonvallazione di Santa Maria Coghinas (SP 33), per il quale era stata valutata l'ipotesi di una soluzione che prevedesse l'aumento della luce complessiva del ponte tramite l'inserimento di una seconda campata e il rialzo dell'impalcato dello scatolare esistente. Si erano infatti concentrate le indagini geognostiche in corrispondenza di quest'opera, allo scopo di caratterizzare i terreni di fondazione del nuovo attraversamento.

Per completezza e correttezza, si riportano di seguito i risultati derivati da tale indagine.

Dato che le aree di progetto si sviluppano interamente nella piana alluvionale, quindi in un'area omogeneamente occupata dai terreni sabbioso-limosi con potenze rilevanti, si era optato per l'esecuzione di Prove Penetrometriche Dinamiche che potessero fornire parametri geotecnici in continuo su tali coperture, agevolmente penetrabili dallo strumento.

L'indagine geognostica era stata quindi eseguita in corrispondenza dell'attraversamento tra la SP 33 ed il canale Scolo Pischinazza, del quale era previsto l'ampliamento tramite l'inserimento di una seconda campata a fianco dell'esistente ed ha compreso due Prove Penetrometriche, ubicate a monte dell'attraversamento una in destra e l'altra in sinistra idrografica; le indagini erano state eseguite nel mese di Novembre 2021 dal Dr Stefano Conti che ha dettagliatamente descritto le metodologie adottate ed i risultati raggiunti nel "Rapporto sulle indagini" consegnato all'Amministrazione Comunale di S. M. Coghinas che aveva commissionato le indagini.



Figura 11: Planimetria delle indagini eseguite in corrispondenza dell'attraversamento con la SP33.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica misurando il numero di colpi N necessari a penetrare di un tratto h. La sua elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati, di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato e la quota di eventuali falde.

Dai dati strumentali è quindi possibile risalire ai parametri geomeccanici dei terreni facendo riferimento alle numerose correlazioni disponibili nella letteratura specifica.

I risultati delle due prove penetrometriche dinamiche eseguite sono rappresentati nei diagrammi di prova allegati al rapporto dove oltre a rappresentare il diagramma del N° di colpi/profondità, viene rappresentato il diagramma RPd/Profondità e uno schema stratigrafico interpretativo.

La prova **DPM1** aveva raggiunto la profondità di 9.80 dove era stata interrotta per il raggiungimento della quota massima; la prova ha attraversato un primo orizzonte di circa 0.50 m, moderatamente addensato, interpretabile come un terreno di riporto; ha proseguito all'interno di un livello sabbioso caratterizzato da un numero di colpi (N10) pari a 15, seguito da un terzo livello sciolto, a profondità -1.50÷-3.50 m, caratterizzato da un numero di colpi (N10) pari mediamente a 3 attribuibile ad argille sabbiose o limi sabbiosi; al di sotto di questo la prova prosegue con un graduale incremento della resistenza all'interno di livelli sabbiosi più o meno limosi con un numero di colpi (N10) pari a 11 fino a profondità 5.50 m, poi fino alla fine (9.80 m) con un media di 20 colpi.

La prova **DPM2** aveva attraversato un primo orizzonte eterogeneo, fino a -1.80m, che in virtù della disomogeneità è stato interpretato anch'esso come terreno di riporto, segue un secondo livello di sabbie e limi fino a profondità di 3.20 m circa, poco addensato, caratterizzato da un numero di colpi compreso tra 7 e 15. La prova ha poi proseguito all'interno di un terzo orizzonte sabbioso caratterizzato da un graduale incremento dei valori di resistenza fino ad un massimo di 30 colpi oltre il quale ha incontrato un livello molto addensato, caratterizzato da un numero di colpi sempre superiore al valore di rifiuto strumentale (N10>50 colpi), verosimilmente di natura conglomeratica fino alla profondità di 4.60, dove è stata interrotta.

Ogni prova era stata suddivisa in intervalli e per ciascuno di essi il rapporto ha fornito i parametri geomeccanici caratteristici, ricavati attraverso le correlazioni e nell'ipotesi di comportamento coesivo ed incoerente.

INTERVENTI STRUTTURALI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE
COPERTO "SCOLO PISCHINAZZA"

Progetto di fattibilità tecnica ed economica - Relazione Geologica

Parametri geotecnici riassuntivi DPM1: Ipotesi comportamento Coesivo

Strato	Prof. Strat.	Nspt	γ	γ sat	Q_c	C_u	E_d	E_s	V_s
	(m)		(t/m ³)	(t/m ³)	(Kg/cmq)	(Kg/cmq)	(Kg/cmq)	(Kg/cmq)	(m/s)
2	1.50	10	1.97	2.17	20	0.98	125	94.6	132.76
3	3.50	3	1.63	1.86	6	0.29	15.0	14.1	128.65
4	5.50	11	1.99	2.19	22	1.08	82.5	106.1	180.42
5	9.50	20	2.10	2.31	40	1.98	200	209.6	216.6

Parametri geotecnici riassuntivi DPM1: Ipotesi comportamento Incoerente

Strato	Prof. Strat.	Nspt	γ	γ sat	ϕ	Dr	E_d	E_s	ν	G	V_s
	(m)		(t/m ³)	(t/m ³)	(°)	(%)	(Kg/cmq)	(Kg/cmq)		(Kg/cmq)	(m/s)
1	0.5	14	1.85	1.94	38.7	41.7	56.22	92.8	0.33	878.36	82.64
2	1.50	10	1.73	1.92	35.8	32.99	48	80	0.33	680.17	101.89
3	3.50	3	1.45	1.87	0	15.3	33.36	57.6	0.35	272.41	98.73
4	5.50	11	1.76	1.92	33.3	53.2	50.06	83.2	0.33	731.27	138.47
5	9.50	20	1.94	1.96	34.3	53.3	63.41	104.0	0.32	1040.7	166.23

Parametri geotecnici riassuntivi DPM2: Ipotesi comportamento Coesivo

Strato	Prof. Strat.	Nspt	γ	γ sat	Q_c	C_u	E_d	E_s	V_s
	(m)		(t/m ³)	(t/m ³)	(Kg/cmq)	(Kg/cmq)	(Kg/cmq)	(Kg/cmq)	(m/s)
2	3.20	9.61	1.96	2.16	19.22	0.94	48.05	90.1	157.53
3	4.00	21.37	2.10	2.13	42.74	2.12	213.7	225.36	188.52
4	4.50	41.19	2.50	2.50	82.38	4.11	411.9	453.29	209.87

Parametri geotecnici riassuntivi DPM2: Ipotesi comportamento Incoerente

Strato	Prof. Strat.	Nspt	γ	γ sat	ϕ	Dr	E_d	E_s	ν	G	V_s
	(m)		(t/m ³)	(t/m ³)	(°)	(%)	(Kg/cmq)	(Kg/cmq)		(Kg/cmq)	(m/s)
1	1.80	17.4	1.94	1.96	37.84	47.17	63.2	103.68	0.32	1036.18	109.88
2	3.20	9.61	1.72	1.92	34.46	32.12	47.2	78.75	0.34	659.91	120.76
3	4.00	21.37	1.96	1.97	34.97	48.44	64.82	106.19	0.32	1071.52	144.68
4	4.50	41.19	2.12	2.5	36.5	61.51	85.17	137.9	0.3	1491.34	161.07

- γ Peso di unità di volume
 γ_{sat} Peso unità di volume saturo
 Q_c Resistenza alla punta
 C_u Coesione non drenata
 E_d Modulo edometrico
 E_s Modulo elastico (Young)
 ϕ Angolo di resistenza al taglio
 Dr Densità relativa
 ν Modulo di Poisson
 G Modulo di taglio
 V_s Velocità onde di taglio

2.6.1 Modello litostratigrafico.

Il modello litostratigrafico che ne è derivato è coerente con il quadro litostratigrafico ricostruito dal modello geologico; il volume indagato infatti può essere così rappresentato:

DEPOSITI ANTROPICI

I terreni di riporto sono presenti in entrambe le prove sebbene con spessori differenti in quando collegati al solo tout-venant stradale (DPM1) o alla realizzazione del canale esistente (DPM2).

DEPOSITI ALLUVIONALI

Le due Prove si sono sviluppate all'interno dei potenti depositi alluvionali del fiume costituiti, come si rileva dal Profilo litotecnico della Figura 12, da sabbie, limi, conglomerati ed argille in eteropia di facies sia verticale che orizzontale, disposti quindi secondo una stratigrafia di tipo lenticolare. La prova DPM1, non avendo incontrato livelli di natura conglomeratica si è potuta approfondire fino a quasi 10 m senza incontrare il substrato litoide. Le prove in situ hanno permesso di rappresentare le varie unità attraversate da valori caratteristici dei parametri geotecnici, consentendo la ricostruzione del modello litotecnico dettagliato rappresentato nel Profilo litotecnico (Tav. G3).

2.6.2 Modello litotecnico (Profilo litotecnico G3)**LITOTIPO h₁. DEPOSITI ANTROPICI**

Materiali di riporto eterogenei, moderatamente addensati, con matrice sabbioso-argillosa e litici. Resistenza al taglio elevata e coesione variabile. Litotipo di scarsa coesione, scavabili con normali mezzi meccanici e classificabili come scavi in terra.

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{nat}} &= 1,94 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1,96 \text{ t/m}^3 \\ \varphi &= 37,84^\circ \\ C &= 0 \text{ Kg/cm}^2 \\ Dr &= 74,71 \%\end{aligned}$$

LITOTIPO a₁. DEPOSITI ALLUVIONALI

Sabbie con limo, poco addensate, con rari litici. Litotipo incoerente caratterizzato da elevata resistenza al taglio e coesione modesta. Scavabili con macchine di peso operativo e benna ordinari e classificabili come scavi in terra.

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{nat}} &= 1,72 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1,92 \text{ t/m}^3 \\ \varphi &= 34,46^\circ \\ C &= 0 \text{ Kg/cm}^2 \\ Dr &= 32,12 \% \\ Ed &= 47,2 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

INTERVENTI STRUTTURALI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE COPERTO "SCOLO PISCHINAZZA"

Progetto di fattibilità tecnica ed economica - Relazione Geologica

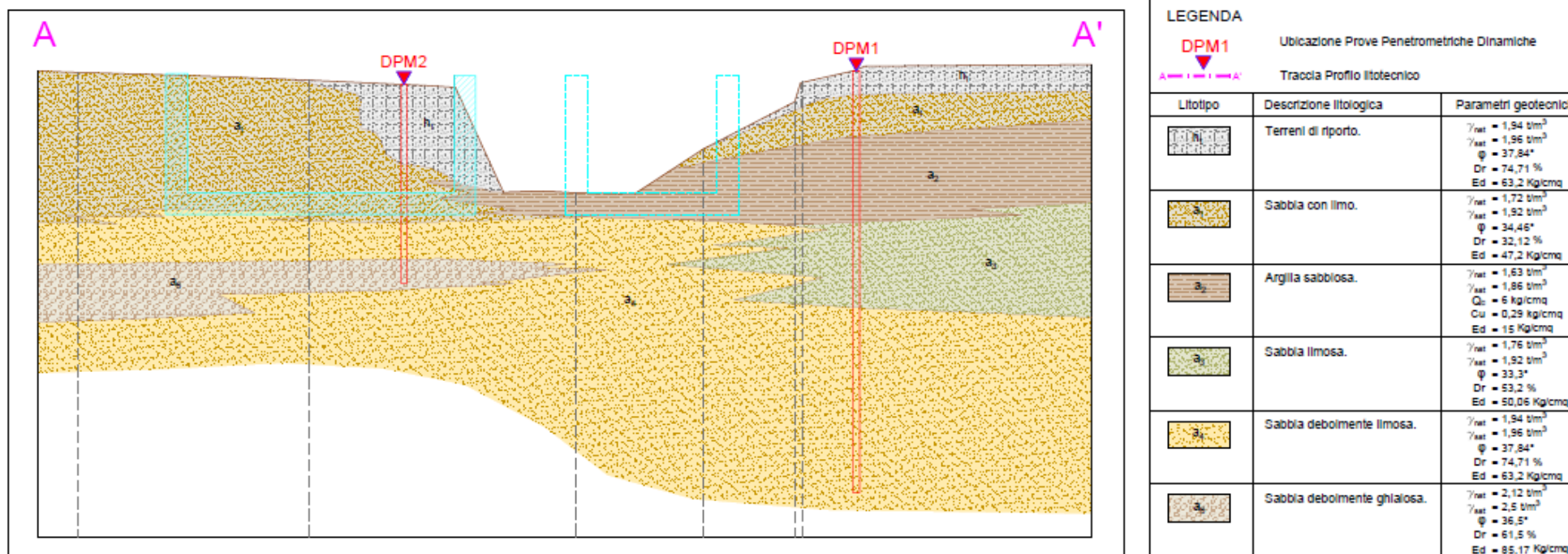


Figura 12: Profilo litotecnico

LITOTIPO a₂. DEPOSITIALLUVIONALI

Argille sabbiose, poco consistente, debolmente plastica. Litotipo di scarsa coesione, scavabile agevolmente con macchine di peso operativo e benna ordinari.

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{nat}} &= 1,72 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1,92 \text{ t/m}^3 \\ Q_c &= 6^\circ \text{ Kg/cm}^2 \\ C_u &= 0,29 \text{ Kg/cm}^2 \\ E_d &= 15 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

LITOTIPO a₃. DEPOSITIALLUVIONALI

Sabbie limose, moderatamente addensate. Litotipo consistente, dotato di un'apprezzabile resistenza al taglio. Scavabili con macchine di peso operativo e benna ordinari e classificabili come scavi in terra.

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{nat}} &= 1,76 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1,92 \text{ t/m}^3 \\ \varphi &= 33,3^\circ \\ C &= 0 \text{ Kg/cm}^2 \\ D_r &= 53,2 \% \\ E_d &= 50,06 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

LITOTIPO a₄. DEPOSITIALLUVIONALI

Sabbie debolmente limose, moderatamente addensate. Litotipo molto consistente caratterizzato da resistenza al taglio piuttosto elevata. La scavabilità è agevole con macchine di peso operativo e benna ordinari.

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{nat}} &= 1,94 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 1,96 \text{ t/m}^3 \\ \varphi &= 37,84^\circ \\ D_r &= 74,71 \% \\ E_d &= 63,2 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

LITOTIPO a₅. DEPOSITIALLUVIONALI

Sabbie debolmente ghiaiose, addensate, con numerosi litici. Litotipo semicoerente da molto consistente a estremamente consistente caratterizzato da molto elevata resistenza al taglio. Di norma la scavabilità è agevole con mezzi ordinari ma possono rendersi necessarie macchine con peso operativo elevato.

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{nat}} &= 2,12 \text{ t/m}^3 \\ \gamma_{\text{sat}} &= 2,50 \text{ t/m}^3 \\ \varphi &= 36,5^\circ\end{aligned}$$

C = 0 Kg/cm²
Dr = 61,5 %
Ed = 85,17 Kg/cm²

2.7 Piano delle indagini

Sulla base della conformazione geologica descritta nei precedenti paragrafi e degli interventi previsti nella nuova proposta progettuale, è stato predisposto il "Piano delle indagini geognostiche" allegato al presente progetto e mirato alla ricostruzione del modello geotecnico, che si prefigge di definire le seguenti tematiche:

- ✓ individuazione della natura e potenza dei litotipi compresi nel volume significativo dell'opera;
- ✓ caratterizzazione dei litotipi prevalenti tramite la definizione delle proprietà indice ed i parametri geotecnici;
- ✓ individuazione e descrizione degli acquiferi superficiali, ed eventuale loro interazione con il volume significativo;
- ✓ definizione delle *unità litotecniche* (litotipi) a base di verifica e definizione del modello geotecnico del complesso *opera-volume significativo*;

I dati ricavati dall'indagine già eseguita in corrispondenza dell'attraversamento tra la SP 33 ed il canale Scolo Pischinazza, effettuate nell'ambito della precedente ipotesi progettuale, hanno messo in evidenza la disomogeneità dei potenti depositi alluvionali del fiume, costituiti da sabbie, limi, conglomerati ed argille in eteropia di facies sia verticale che orizzontale, disposti quindi secondo una stratigrafia di tipo lenticolare.

Da qui l'esigenza di avere informazioni in corrispondenza dei lati di ognuno dei due attraversamenti previsti.

2.7.1 Programma delle indagini geognostiche

Le attività di indagine, ubicate come nella "Planimetria indagini" riportata nella pagina successiva e indicate con i simboli sotto riportati, si articoleranno come segue::

- Prove penetrometriche dinamiche;
- Profilo sismico MASW;

Prove Penetrometriche Dinamiche

Si prevede l'esecuzione di 4 (quattro) prove penetrometriche dinamiche (DPM), di tipo continuo di lunghezza approssimativa di 10 m ciascuna per un totale di 40 m, da ubicare in corrispondenza dei due nuovi attraversamenti nei punti indicati nella Planimetria delle indagini geognostiche; per l'esecuzione della prova si prevede l'utilizzo di un penetrometro di tipo medio con peso della massa

M(Kg) $10 < M < 40$, che permette di raggiungere le profondità ritenute rappresentative dell'assetto litostratigrafico locale.

Indagine geofisica MASW

Si prevede l'esecuzione di uno stendimento geofisico con metodo sismico MASW (Multichannell Analysis of Surface Wave) che permette la ricostruzione dell'assetto sismo-stratigrafico del sottosuolo, sino ad almeno 30 metri di profondità, con l'obiettivo di ricavare il profilo delle V_{seq} . Lo stendimento sarà adiacenti ai sondaggi così da poter agganciare la stratigrafia all'interpretazione dell'indagine geofisica.

Il programma delle indagini, comprensivo del capitolato tecnico e del computo metrico estimativo, è esposto nel Piano delle Indagini allegato al presente progetto.

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.

Il presente elaborato, che è parte del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo al progetto per gli *"Interventi per il superamento delle problematiche idrauliche del canale coperto "Scolo Pischinazza"*, nel territorio comunale di Santa Maria Coghinas, fornisce i dati (litologici, geomorfologici, idrogeologici) necessari alla ricostruzione del modello geologico delle aree interessate dal progetto. Il canale, che costeggia la periferia settentrionale del centro abitato di S.M. Coghinas, ha una lunghezza di circa 1633 ml e si presenta in gran parte tombato.

Gli interventi oggetto del presente progetto prevedono:

- Stombamento di un tratto dello scolo a monte della confluenza con il rio di Giunchini fino all'altezza del rione di La Conza;
- Adeguamento dimensionale del canale a cielo aperto di "scolo Pischinazza", ampliando la larghezza del fondo dell'alveo dagli attuali 3 metri ai 9 metri, con raccordo in prossimità del ponte. L'intervento è esteso, a monte del ponte, sino alla confluenza tra il Rio di Giunchini e il tratto periurbano del collettore;
- Adeguamento degli attraversamenti stradali, uno su via degli Orti e l'altro su via delle Vigne mediante l'installazione di uno scatolare al lato di quello esistente, manufatti che costituirebbero, di fatto, un raddoppio del canale tombato esistente.

Attraverso questa nuova sistemazione, si otterrebbe il contenimento all'interno del nuovo canale a cielo aperto della portata avente un tempo di ritorno di 20 anni, determinando da

subito sensibili riduzioni del grado di rischio idraulico; ; il "sistema" verrà completato da un sistema di allerta sull'attraversamento lungo la SP 33, in attesa che un ulteriore finanziamento consenta il suo adeguamento.

E' stato ricostruito il seguente modello geologico:

- Il quadro geologico è costituito dalle litologie del basamento ercinico, formato dalle metamorfite intruse dal complesso granitico della Gallura, sul quale poggiano le formazioni vulcano-sedimentarie oligo-mioceniche; chiudono la successione le formazioni quaternarie sia recenti che antiche, rappresentate dai depositi alluvionali del Fiume Coghinas, che formano l'ampia piana alluvionale a nord del centro urbano. L'area strettamente interessata dagli interventi in progetto si sviluppano interamente nella piana alluvionale, quindi in un'area pianeggiante ed omogeneamente occupata dai terreni sabbioso-limosi.
- Si tratta di un'area che, per le sue caratteristiche morfologiche di bassa pendenza, non presenta elementi geomorfologici predisponenti ad instabilità, né indizi di franosità.
- L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza del Fiume Coghinas, terzo fiume dell'isola per lunghezza e secondo per portata media e massima. Il PAI e il PSFF classificano tutta la piana alluvionale a pericolosità idraulica con classi da Hi1 a Hi4. Le aree di intervento sono inserite all'interno di tali aree e pertanto il presente progetto è corredato anche dello Studio di Compatibilità Idraulica, ai sensi dell'art. 24 delle N.A. del PAI. Sulla base della caratterizzazione geologica del bacino idrografico è stata inoltre effettuata l'analisi del trasporto solido medio annuo con il metodo di Gavrilovic.
- I depositi alluvionali sui quali insistono le aree di progetto sono costituiti dall'alternanza di termini litologici a differente granulometria, con una stratigrafia di tipo lenticolare, in eteropia di facies sia verticale che orizzontale che, dal punto di vista idrogeologico, si traduce in una circolazione idrica a falde sospese con scambi continui tra gli acquiferi a differente permeabilità. Dai dati rilevati durante la campagna di indagini eseguita nell'ambito della precedente proposta progettuale, in corrispondenza dell'attraversamento tra la SP 33 ed il canale Scolo Pischinazza, la falda freatica si attesta a una quota inferiore a -2,00 m da p.c..
- Sulla base della conformazione geologica delle aree di progetto e degli interventi previsti, è stato predisposto il Piano delle indagini geognostiche, parte integrante del presente PFTE, mirato alla ricostruzione del modello geotecnico in corrispondenza dei due attraversamenti lungo la Via delle Vigne e la Via degli Orti.

*INTERVENTI STRUTTURALI PER IL SUPERAMENTO DELLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL CANALE
COPERTO "SCOLO PISCHINAZZA"*

Progetto di fattibilità tecnica ed economica - Relazione Geologica

Sassari, Giugno 2023

Dott. Geol.
Donatella Giannoni