



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

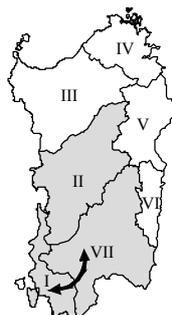
Assessoradu de sos traballos pùblicos
Assessorato dei lavori pubblici



Ente acque della Sardegna

INTERCONNESSIONE DEI SISTEMI IDRICI
COLLEGAMENTO TIRSO-FLUMENDOSA 4° LOTTO
COLLEGAMENTO SULCIS - IGLESIENTE

(Delibera Giunta Regionale n. 44/23 del 07.11.2014 - Convenzione RAS-ENAS del 22.12.2014)



PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA - ECONOMICA
integrato con gli elaborati necessari al fine dell'ottenimento del PUA

LINEA DI INTERVENTO "A" E "C"

RELAZIONI

Relazione tecnica

Allegato:

PF.1.2

scala:

Redatto da

Mandataria:



Ing. Alberto Galli

Resp. Integrazione Prestazioni Specialistiche
SGI Studio Galli Ingegneria S.r.l.

Mandanti:



MCE

The Milan Company Srl



Ente acque della Sardegna

Dott. Andrea Soriga
Criteria S.r.l.

Ing. Federico Repposi
MCE-The Milan Company S.r.l.

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Dina Cadoni



Ing. Domenico Castelli
STECI S.r.l.

Ing. Umberto Pautasso
Sardegna Ingegneria S.c.a.r.l.

REVISIONE	MODIFICA	DATA	TECNICO	CONTROLLO
REV. 00	PRIMA EMISSIONE	Maggio 2019	PAB	AG
REV. 01	Per validazione	Settembre 2019	PAB	AG
REV. 02	Per validazione	Dicembre 2019	PAB	AG
REV. 03	Per validazione	Gennaio 2020	PAB	AG

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	4
2	GEOLOGIA E GEOTECNICA.....	4
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	4
2.2	ASPETTI E CRITERI PER LA PROGETTAZIONE GEOTECNICA.....	14
3	SISMICA.....	17
3.1	SISMICITÀ STORICA DEL SITO INTERESSATO DAI LAVORI.....	17
3.2	PERICOLOSITÀ SISMICA E PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO.....	20
3.3	CATEGORIA STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	22
3.4	AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	24
4	STUDIO PRELIMINARE DI INSERIMENTO URBANISTICO E VINCOLI.....	26
4.1	GLI STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI.....	26
5	ARCHEOLOGIA.....	57
6	CENSIMENTO DELLE INTERFERENZE.....	57
7	ESPROPRI.....	58
8	TRACCIATO PLANO-ALTIMETRICO E SEZIONI TIPO.....	59
8.1	SEZIONI TIPO DI SCAVO.....	63
8.1.1	CONDIZIONI DI TERRENO SENZA PARTICOLARI DIFFICOLTÀ OPERATIVE.....	65
8.1.2	TERRENO CON PRESENZA DI FALDA.....	66
8.1.3	ATTRAVERSAMENTO STRADE STERRATE.....	67
8.1.4	TERRENI ACCLIVI PRIMI DI VIABILITÀ ESISTENTE.....	68
8.1.5	ATTRAVERSAMENTI stradali a cielo aperto.....	69
8.1.6	ATTRAVERSAMENTI CORSI D'ACQUA.....	72
8.1.7	ATTRAVERSAMENTO STRADE PRINCIPALI E ff.ss.....	74
8.1.8	ALTERNATIVA PROGETTUALE A.1.1d – SEZIONE TIPO DI SCAVO PASSAGGIO CONDOTTA SUB-LACUALE.....	75
9	OPERE PRINCIPALI.....	76
9.1	STAZIONE DI SOLLEVAMENTO CIXERRI.....	76
9.2	PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS.....	77
9.3	VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS.....	77
9.4	STAZIONE DI SOLLEVAMENTO MEDAU ZIRIMILIS.....	78
9.5	VASCA DI CARICO CAMPANASSISSA.....	78

9.6	OPERE DI IMMISSIONE E DI PRESA LAGO BAU PRESSIU	79
9.6.1	CENTRALE IDROELETTRICA.....	80
9.6.2	TORRE DI PRESA	80
9.6.3	COLLEGAMENTI A MONTE PRANU.....	81
9.7	SISTEMA POMPAGGIO TURBINAGGIO "MONTE PRANU"	82
10	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLE OPERE IDRAULICHE	84
10.1	CRITERI DI EFFICIENZA IDRODINAMICA ED ECONOMICA DELLE CONDOTTE	84
10.2	CRITERI DI MODELLAZIONE IDRAULICA.....	84
10.3	CRITERIO DELLA VULNERABILITÀ IDRAULICA.....	89
10.4	CRITERIO DI DIMENSIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE IDRAULICHE DI LINEA	91
10.5	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE D'ANCORAGGIO DELLA CONDOTTE	95
11	PARAMETRI DI PROGETTO E CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE STRUTTURALI	98
11.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE E LORO RILEVANZA STRUTTURALE.....	99
11.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	100
11.3	MATERIALI PER USO STRUTTURALE.....	101
11.4	LIVELLI DI SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	102
11.5	ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE	103
11.6	VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLE AZIONI	104
11.7	METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA STRUTTURALE	104
12	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	106
12.1	GENERALITA'.....	106
12.1.1	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI	107
12.2	STAZIONE DI POMPAGGIO CIXERRI	115
12.3	STAZIONE DI POMPAGGIO MEDAU ZIRIMILLIS	115
12.4	CENTRALE ELETTRICA DI BAU PRESSIU.....	116
12.5	STAZIONE DI POMPAGGIO/TURBINAGGIO MONTE PRANU.....	117
12.6	IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	120
12.6.1	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	120
12.7	CAMPI ELETTROMAGNETICI	121
12.7.1	INTRODUZIONE.....	121
12.7.2	DEFINIZIONI	121
12.7.3	RIFERIMENTI NORMATIVI	121

12.7.4	CONSIDERAZIONI	122
12.8	SISTEMI DI AUTOMAZIONE, TELECONTROLLO E SUPERVISIONE	123
12.8.1	INTRODUZIONE.....	123
12.8.2	ARCHITETTURA DEL SISTEMA	125
12.9	PROTEZIONE CATODICA.....	130
12.9.1	PREMESSA.....	130
12.9.2	GENERALITÀ SUI SISTEMI DI PROTEZIONE CATODICA	130
12.9.3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	134
12.9.4	NORME E STANDARD.....	134
12.9.5	MODELLI DI CALCOLO.....	135
13	ALLEGATO : PROFILO E TABULATI DI CALCOLO IDRAULICI	140
14	ELENCO BIBLIOGRAFICO.....	141

1 PREMESSA

La presente relazione riporta lo sviluppo degli studi tecnici specialistici del progetto ed indica requisiti e prestazioni che devono essere riscontrate nell'intervento.

Verranno, quindi, riportate nel dettaglio le indagini effettuate e la caratterizzazione del progetto dal punto di vista dell'inserimento nel territorio, descrivendo e motivando le scelte tecniche del progetto.

I principali argomenti verranno descritti nei singoli paragrafi che andranno a comporre la presente relazione tecnica.

2 GEOLOGIA E GEOTECNICA

Il presente capitolo descrive gli aspetti geologici e la caratterizzazione geotecnica preliminare dell'area e dei terreni potenzialmente interessati dalle lavorazioni.

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

PREMESSA

L'indagine geologica propedeutica di cui alla presente relazione, è stata finalizzata alla determinazione della stratigrafia, dell'assetto, del grado di compattazione dei terreni del primo sottosuolo delle aree interessate, al fine di definirne le condizioni di stabilità geomorfologica le caratteristiche del sistema di drenaggio superficiale. Per questo scopo è stato compiuto un sopralluogo per un congruo intorno dell'areale interessato, il quale ha permesso di definire le caratteristiche geomorfologiche dell'area. Facendo inoltre riferimento alla suddetta normativa (DM 17/1/2018), in materia di "rischio sismico", si è provveduto a classificare il terreno di fondazione secondo quanto stabilito da tale normativa vigente.

Lo studio geologico è basato sul rilevamento diretto dell'area e del suo intorno geologico oltre che dall'esame della bibliografia disponibile e di alcuni lavori riguardanti settori vicini e geologicamente simili.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dal tracciato in progetto, partendo dalla diga di Genna is Abis, nel territorio comunale di Uta, si sviluppa nelle Sardegna meridionale, interessando la regione storica del Sulcis, per arrivare alla diga di Monte Pranu, nel territorio comunale di Tratalias.

Si tratta di un'area molto estesa in cui il paesaggio è caratterizzato nel suo settore centrale da una morfologia montuosa, racchiusa a nord dalla piana valliva del fiume Cixerri, e a sud dal comparto collinare e costiero del Sulcis.

Nell'area si riscontra una grande variabilità di litotipi, sia litologica che cronologica, che comprende rocce sedimentarie, metamorfiche, intrusive ed effusive a rappresentare quasi tutti i periodi geologici dal paleozoico al quaternario. In generale, le aree pianeggianti e quelle di raccordo con i rilievi sono

generalmente caratterizzate dalla presenza in affioramento dei litotipi più recenti, ascrivibili al Quaternario, rappresentati dai depositi alluvionali antichi ed attuali, prodottisi in seguito al trasporto e deposizione del materiale preso in carico da parte dei maggiori corsi d'acqua presenti.

Le aree più acclivi, per contro, sono caratterizzate dall'affioramento dei litotipi più competenti, di età terziaria e di origine vulcanica i più recenti, e di origine sedimentaria e metamorfica i più antichi, ascrivibili al Paleozoico.

Il tracciato dell'opera ricade come detto nel settore sud occidentale della Sardegna meridionale, il quale è stato oggetto, sin dalle ere più antiche, di una evoluzione geologica complessa che ha fortemente peculiarizzato la costituzione litologica e l'assetto strutturale e geomorfologico.

Le rocce che costituiscono l'ossatura dei rilievi sono ascrivibili prevalentemente al Paleozoico, e la cui origine è riconducibile a processi di deposizione di sedimenti in ambiente prevalentemente marino, in un periodo compreso tra il Cambriano (circa 570 milioni di anni) e il Carbonifero inferiore (circa 280 milioni di anni), con probabile inizio della sedimentazione risalente al Precambriano superiore (670 milioni di anni).

Il processo comincia nel Cambriano inferiore con la deposizione di sedimenti arenacei ed argillosi con livelli calcarei che ha dato origine alle arenarie calcaree, calcari e dolomie della Formazione di Nebida; il successivo abbassamento del livello del mare ha prodotto in seguito una piattaforma su cui si sono impostati i processi di sedimentazione dei fanghi carbonatici della Formazione di Gonnese.

Il Cambriano medio superiore è caratterizzato da un nuovo approfondimento del mare che ha poi determinato una ripresa della sedimentazione di sabbie ed argille che vanno a costituire la Formazione di Cabitza.

Gli affioramenti di questi litotipi connotano fortemente il territorio, conferendogli un aspetto aspro ed impervio, da cui emergono i principali rilievi.

I movimenti tettonici legati all'orogenesi caledoniana provocarono l'emersione e il piegamento dei litotipi sedimentatesi sul fondo marino, sulle cui superfici, parzialmente erose dai processi geomorfologici, iniziarono a sedimentare nuovi depositi trasportati dai fiumi nel fondo dei mari: si tratta di depositi che testimoniano un ambiente di sedimentazione di piana alluvionale e costiera, rappresentati da conglomerati e arenarie con inclusi grossi blocchi di calcari e dolomie.

I successivi episodi di sedimentazione, tipici di ambiente di mare poco profondo, hanno prodotto il deposito di arenarie, argille e siltiti, ricche di resti fossili (Briozoi, Brachiopodi, Tentaculiti, Graptoliti, Crinoidi, Trilobiti), che andranno a costituire la Formazione di Monte Orri.

L'orogenesi ercinica, caratterizzata da un'attività tettonica compressiva molto più energica rispetto a quella della precedente orogenesi caledoniana, causò importanti deformazioni nelle rocce sedimentarie preesistenti impostando i processi di metamorfismo che hanno fortemente influenzato le caratteristiche petrografiche dei litotipi presenti.

La stessa attività tettonica ha innescato inoltre forti processi erosivi, con la conseguente sedimentazione di potenti coltri di depositi terrigeni alla base delle catene montuose in fase di sollevamento.

Le spinte tettoniche fecero sì che intere masse rocciose si piegassero e si spostassero per grandi distanze andando a ricoprire, in parte, le litologie sopra descritte.

Tutto il complesso montuoso paleozoico è interessato e delimitato da faglie e fosse di sprofondamento

tettonico, che originatesi durante l'era Terziaria sono state poi riattivate dai movimenti neotettonici quaternari plio-pleistocenici.

A est il territorio è delimitato da faglie a direzione NNO-SSE, a nord la depressione della Valle del Cixerri è impostata su faglie dirette E-W, ad ovest la depressione del basso Sulcis (Santadi, Nuxis) ed a sud la zona costiera sono infine delimitate da faglie a direzione NNE-SSW.

Questi movimenti distensivi hanno determinato l'abbassamento di ampie superfici che sono state poi colmate dalla messa in posto delle litologie vulcaniche oligo-mioceniche e dei sedimenti eocenici.

Le fasce pedemontane e costiere che circondano il comparto montuoso sono costituite quindi da litologie più recenti appartenenti all'era Terziaria.

Nel settore di Villaperuccio e Tratalias, interessate dall'ultimo tratto del tracciato in progetto, sono presenti litologie di origine vulcanica rappresentate da rocce andesitiche e riolitiche, rosso-violacee o grigio-verdastre, appartenenti al ciclo vulcanico dell'Oligocene medio e del Miocene inferiore (29 - 15 milioni di anni).

Sovente tali litologie sono ricoperte da depositi terrigeni costituiti da conglomerati, arenarie, argille, con intercalazioni calcaree fossilifere; si tratta dei sedimenti appartenenti alla Formazione del Cixerri (Eocene medio - Oligocene), a testimoniare ambienti di sedimentazione fluvio-lacustri, colmati da depositi di materiali provenienti dallo smantellamento delle litologie circostanti.

Il Quaternario è rappresentato da depositi detritici alluvionali costituiti da ghiaie più o meno cementate, da sabbie, argille e limi; tali depositi si possono osservare in tutte le piane costiere ed interne. Il tratto nord orientale del tracciato è interessato da queste litologie che ricoprono in modo più o meno continuo tutte le litologie ascrivibili alle ere precedenti.

L'intera successione sedimentaria copre un periodo compreso tra il Pliocene sup. e l'Olocene e può essere distinta in tre gruppi litologici fondamentali in base alle modalità di formazione: depositi pedemontani sotto forma di glacis, depositi in cono ed in falda di detrito, alluvioni ciottolose, sabbiose e limoso-argillose di origine fluvio-palustre.

I depositi terrazzati, si presentano più compatti e con una maggiore frazione argillosa rispetto ai depositi sciolti recenti; i livelli più francamente limosi e argillosi sono ascrivibili invece a facies palustri e lacustri.

In linea generale si può dire che la parte iniziale del tracciato si sviluppa in aree pseudo pianeggianti, e interessa litologie recenti ed attuali, costituite dai depositi ghiaiosi-sabbiosi-limosi di origine alluvionale; si tratta di litologie terrigene più o meno addensate caratterizzate da spessori relativamente modesti, dell'ordine della ventina di metri.

Man mano che si procede verso le aree a maggiore acclività, che riguardano circa il 25% dello sviluppo totale, si incontrano i litotipi ascrivibili al basamento metamorfico: si tratta di litologie sedimentarie paleozoiche fortemente deformate dall'orogenesi ercinica e che presentano spesso marcati caratteri di scistosità.

Lasciata la regione montuosa, la restante porzione di progetto si sviluppa nuovamente su aree più o meno pianeggianti caratterizzate questa volta dalla presenza dei litotipi terziari, rappresentati dalle coperture vulcaniche in facies ignimbratica riconducibili all'intensa attività vulcanica calco-alcalina oligo-miocenica che ha interessato la regione del Sulcis, e ancora dalla presenza di depositi ghiaiosi sabbiosi limosi terrazzati

antichi e recenti, ed attuali.

La parte settentrionale del tracciato si sviluppa ad andamento NW-SE, fiancheggiando i bordi della valle del Cixerri e impostandosi essenzialmente su litologie terrigene quaternarie e recenti, rappresentate da coltri ghiaiose-sabbiose-limose, sciolte e/o mediamente addensate, generalmente poco cementate, depositatesi ad opera dei corsi d'acqua e caratterizzate sostanzialmente da scheletro clastico.

Le zone caratterizzate da terreni a granulometria fine e media sono ubicate soprattutto in corrispondenza delle aree a basso drenaggio idrico presenti nelle parti depresse.

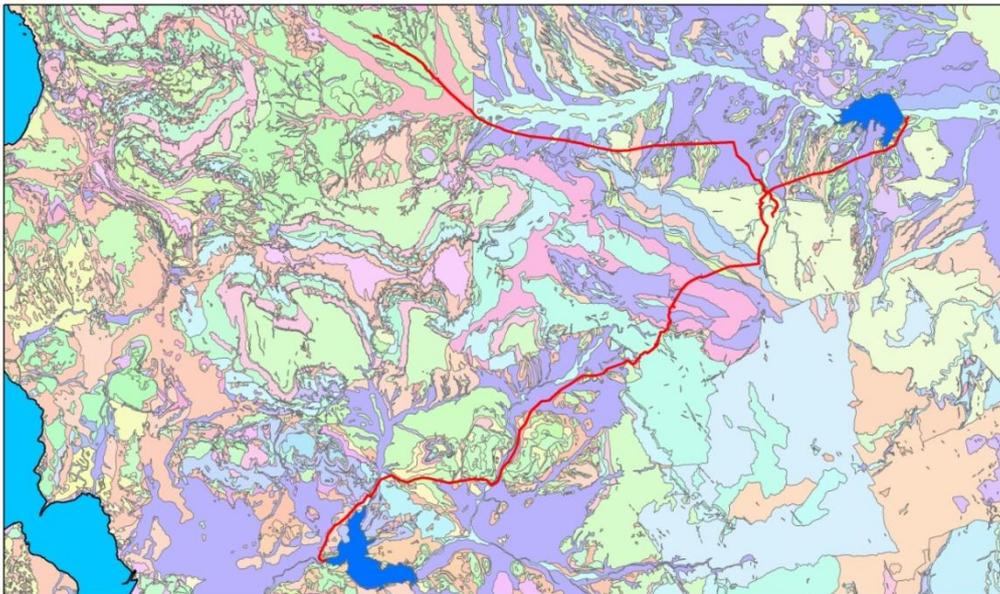
I terreni fluvio-palustri, che presentano spessori limitati, mostrano una componente sabbiosa, proveniente dal dilavamento delle aree circostanti.

Le aree pianeggianti o sub-pianeggianti, in assenza di condizioni di pericolosità idrogeologica, non hanno nessun tipo di limitazione per le lavorazioni connesse alla realizzazione del progetto. In corrispondenza di questo settore, a tratti il territorio risulta fortemente modificato dalle attività agricole che hanno contribuito ad addolcire la morfologia dei versanti.

I processi morfogenetici naturali ancora attivi nell'area sono legati alle residue capacità di erosione, trasporto e sedimentazione dei corsi d'acqua, i cui tracciati si impostano generalmente su alvei naturali.

La fisiografia attuale dell'area è derivata fondamentalmente dalle dislocazioni tettoniche di età terziaria che hanno generato faglie, sollevamenti differenziati, apertura di incisioni vallive e approfondimenti di depressioni morfologiche.

Le forme più marcatamente deposizionali caratterizzano con rilevanza le aree a maggiore altitudine irrigua e sono rappresentate dalle aree di fondovalle, che mostrano incisioni attuali o non più attive, e dalle depressioni morfologiche.



Le caratteristiche delle litologie attraversate dallo sviluppo del tracciato possono essere riassunte come segue, dalla più recente alla più antica

h1m - Depositi antropici. Discariche industriali. OLOCENE

h1r - Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE

b2 - Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE

a - Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE

a1a - Depositi di frana. Corpi di frana antichi. OLOCENE

ba - Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE

ba - Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE

bnb - Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE

PVM2a - Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.

PBNb - Litofacies nelle DACITI E ANDESITI DI MONTE SA PIBIONADA. Andesiti porfiriche per fenocristalli di Pl, Am e Cpx; in giacitura subvulcanica (Astia). (27,2 - 29,3 Ma). OLIGOCENE SUP.

NUR - RIOLITI DI NURAXI ("Lipariti t4" Auct.). Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a composizione riolitica, con cristalli liberi di Pl (con orlo di Sa)+Sa±Opx±Cpx±Mg, di colore variabile da grigio ceruleo a bruno violaceo, spesso reomorfici, densamente saldati, con tessitura da eutassitica a paratassica, con marcata foliazione; livello vitrofirico alla base. Spessore: mediamente 20 m fino a oltre un centinaio. Nella parte alta presenza di livelli epiclastici e paleosuoli. (15,8 Ma) LANGHIANO

CBU - RIOLITI DI MONTE CROBU. Depositi di flusso piroclastico di composizione riolitica, con cristalli liberi di Sa, Pl, e subordinati Px, Ol e Bt, da densamente saldati con tessitura eutassitica, a non saldati (tufi, tufi a lapilli e tufi-breccia); spesso con livello vitrofirico basale, talora, a tetto, subordinati depositi piroclastici di caduta e paleosuoli. Spessore: in genere da alcuni metri fino a qualche decina di metri; eccezionalmente oltre 100 m. MIOCENE MEDIO (LANGHIANO)

SIO - FORMAZIONE DI SERRA IS OLLASTUS. Depositi conglomeratici continentali poligenici ed eterometrici, a prevalenti clasti di rocce carbonatiche mesozoiche e scarsi clasti di andesiti e di rocce paleozoiche (Santadi), in matrice argilloso-cineritica. MIOCENE MEDIO (LANGHIANO)

ESS - BASALTI ANDESITICI DI MONTE ESSU. Lave basaltico-andesitiche, in colate massive, porfiriche per Pl, Cpx, Opx e Ol in pasta di fondo ipocristallina. MIOCENE INF. (BURDIGALIANO).

MPL - ANDESITI DI MONTE PALMAS. Andesiti in breccie autoclastiche a clasti subangolosi scoriacei grigio chiari, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, Hbl e Bt in massa di fondo ipocristallina, passanti verso l'alto a lave andesitico-dacitiche. MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

MPLb - Litofacies nelle ANDESITI DI MONTE PALMAS. Intercalazione discontinua di andesiti basaltiche scure, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, scarsa Ol in massa di fondo ipocristallina; in colate massive e autoclastiche. MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

MPLa - Litofacies nelle ANDESITI DI MONTE PALMAS. Alla base, bancate di breccie piroclastiche a matrice pomiceo-cineritica, intercalazioni di livelli epiclastici. MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

SRM - ANDESITI DI SERRA COREMÒ. Andesiti in colate scure e compatte, di aspetto vetroso, ed ammassi

spesso con fitte fratturazioni parallele, neck e filoni, porfiriche e glomeroporfiriche per fenocristalli di Opx, ed aggregati di Cpx, Ol, in massa di fondo costituita da microliti di Pl. MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

GMN - ANDESITI DI GUARDIA MANNA. Andesiti, in ammassi cupoliformi con strutture di flusso sub-verticali, in colate massive con laminazioni di flusso e inclusi microcristallini, e brecce laviche autoclastiche, porfiriche per fenocristalli di Pl, Hbl, Cpx, Opx, in massa di fondo ipocristallina. MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

GMNa - Litofacies nelle ANDESITI DI GUARDIA MANNA. Intercalazioni di brecce piroclastiche matrice-sostenute. MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

fm - Filoni a composizione basica. Basalti in filoni, massivi e afanitici, porfirici per fenocristalli di Pl, Cpx, Ol in massa di fondo a tessitura intersertale. MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

PFI - ANDESITI DI SA PERDA FIRMA. Andesiti in ammassi cupoliformi, compatte e massive con fitti giunti da raffreddamento, e subordinate brecce laviche autoclastiche, discontinue alla base, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol, rara Hbl opacizzata, in massa di fondo microcristallina. MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

ENZ - ANDESITI BASALTICHE DI MONTE ENNAZZA. Andesiti basaltiche e andesiti in brecce laviche autoclastiche in colate, spesso clasto-sostenute, subordinate colate laviche massive, sia spesse che sottili, lave in ammassi cupoliformi, porfiriche per Pl, Cpx, Opx e Ol, in pasta di fondo da ipocristallina a olocristallina, alternate ad andesiti in colate laviche autoclastiche e massive, porfiriche per fenocristalli Pl, Cpx e Opx in pasta di fondo ipocristallina. MIOCENE INF.

ENZa - Litofacies nelle ANDESITI BASALTICHE DI MONTE ENNAZZA. Spesso alla base brecce epiclastiche caotiche, eterometriche e poligeniche, talora grossolanamente stratificate; intercalazioni di depositi di flusso piroclastico. MIOCENE INF.

NPI - ANDESITI DI NURAGHE PITZIENTI. Andesiti in colate massive, di colore scuro, con bande di flusso e subordinate brecce laviche autoclastiche, sottili livelli piroclastici di spessore decimetrico, spesso alla base delle colate. MIOCENE INF.

STP - PIROCLASTITI ED EPICLASTITI DI SERRA 'E TEPUIS. Brecce caotiche generalmente matrice-sostenute con abbondanti clasti litici e subordinate pomici talora ben stratificate e con gradazione inversa (deposito di flusso piroclastico); brecce epiclastiche ad elementi andesitici eterometrici e poligenici, con intercalazioni di sottili livelli di arenarie vulcanoclastiche con laminazioni piano-parallele e incrociate e con gradazione diretta, più frequenti nella parte alta. Spessore: fino a circa 100 m. MIOCENE INF.

CIX - FORMAZIONE DEL CIXERRI. Argille siltose di colore rossastro, arenarie quarzoso-feldspatiche in bancate con frequenti tracce di bioturbazione, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati. EOCENE MEDIO - OLIGOCENE

CIXa - Litofacies nella FORMAZIONE DEL CIXERRI. Brecce di quarzo e liditi ben cementate e noduli ferruginosi alla base. EOCENE MEDIO - OLIGOCENE

fq - Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite, talora anche con solfuri metallici (Pb, Zn, Cu, Fe, etc). CARBONIFERO SUP. – PERMIANO

SVI - ARENARIE DI SAN VITO. Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie medio-fini, metasiltiti con laminazioni piano-parallele, ondulate ed incrociate, e metasiltiti micacee di colore grigio.

Intercalazioni di metamicroconglomerati poligenici a prevalenti clasti subarrotondati di quarzo e di subordinate quarziti. CAMBRIANO MEDIO - ORDOVICIANO INF.

MUX - FORMAZIONE DI GENNA MUXERRU. Metapeliti e metasiltiti nere carboniose con intercalazioni di liditi e metarenarie nere, con graptoliti. SILURIANO INF. (LLANDOVERY)

RSM4 - Membro di Girisi (FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO). Metapeliti, metasiltiti e subordinatamente metarenarie medio-fini massive, di colore grigio scuro e nero, con rari livelli a laminazioni piano-parallele caratterizzati da granuli di quarzo dispersi nelle metasiltiti. ORDOVICIANO SUP. (ASHGILL SUP.)

RSM2 - Membro di Cuccuruneddu (FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO). Alternanze ritmiche torbiditiche di strati centimetrici e decimetrici di metarenarie micacee e metasiltiti di colore grigio o nocciola, e strati di metapeliti verdi. ORDOVICIANO SUP. (ASHGILL SUP.)

RSM1 - Membro di Punta Arenas (FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO). Alternanze di strati decimetrici di metabrecce e metaconglomerati di colore verde, ad elementi eterometrici e non selezionati di vulcaniti basiche e metarenarie fini, e metasiltiti di colore grigio scuro con laminazioni piano-parallele e incrociate. ORDOVICIANO SUP. (ASHGILL SUP.)

DMV2 - Membro di Punta S'Argiola (FORMAZIONE DI DOMUSNOVAS). Metasiltiti e metapeliti massive, spesso carbonatiche, di colore rosso-violaceo con frequenti livelli fossiliferi (brachiopodi, briozoi, crinoidi); la parte alta del membro è caratterizzata da noduli e livelli centimetrici di ferro e manganese. ORDOVICIANO SUP. (ASHGILL INF.)

PTX - FORMAZIONE DI PORTIXEDDU. Metasiltiti e metargilliti massive grigio-verdi scure, raramente rossastre, con rari livelli millimetrici piano-paralleli e orizzonti a noduli fosfatici bianchi. ORDOVICIANO SUP. (CARADOC - ASHGILL INF.)

MRI - FORMAZIONE DI MONTE ORRI. Alternanze di metasiltiti e metarenarie medio-fini verdastre, quarzoso-feldspatiche, con laminazioni piano-parallele ed incrociate caratterizzate da livelli millimetrici di minerali pesanti e bioturbazioni; strati metrici di metarenarie medio-grossolane, ad elementi di quarzo subarrotondati e selezionati di colore chiaro, in laminazioni piano-parallele, incrociate e gibbose. ORDOVICIANO SUP. (CARADOC)

AGU3 - Membro di Medau Murtas (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metarenarie e metasiltiti viola e verdi, con laminazioni piano-parallele, e subordinati metaconglomerati e breccie prevalentemente quarzose. ORDOVICIANO ?MEDIO-SUP.

AGU1 - Membro di Punta Sa Broccia (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). Metaconglomerati e metabrecce eterometrici, poligenici, alternati a metasiltiti e metarenarie violacee. ORDOVICIANO ?MEDIO-SUP.

Gn - Olistoliti nel Membro di Punta Sa Broccia (FORMAZIONE DI MONTE ARGENTU). "Olistoliti" di metacalcari del Membro del Calcare ceroide. ORDOVICIANO SUP. (CARADOC)

CAB - FORMAZIONE DI CABITZA. Alternanza ritmica di lamine centimetriche metasiltitiche e metargillitiche di colore rosso-violaceo e verde di origine tidale, lamine metasiltitiche gradate grigio-verdi e metarenarie quarzoso-feldspatiche grigie con laminazioni piano-parallele, incrociate e gibbose. CAMBRIANO MEDIO-ORDOVICIANO INF. (MAYAIANO-TREMADOC)

CPI - FORMAZIONE DI CAMPO PISANO. Alternanze di metacalcari, metacalcari marnosi rosati, metasiltiti

grigie e metacalcari grigio-rosati a struttura nodulare, talora silicizzati, ricchi in frammenti di fossili. CAMBRIANO INF.-MEDIO (LENIANO-AMGAIANO)

GNN2 - Membro del Calcare ceroide (FORMAZIONE DI GONNESA). Calcari grigi massivi, talora nerastri, spesso dolomitizzati. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO SUP. - LENIANO)

NEB1 - Membro di Matoppa (FORMAZIONE DI NEBIDA). Metarenarie e metasiltiti, con laminazioni piano-parallele, alternate a bancate decimetriche di metarenarie quarzose, con rari livelli carbonatici. CAMBRIANO INF. (ATDABANIANO)

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le caratteristiche geomorfologiche del territorio in esame sono state influenzate in larga misura dall'azione delle forze endogene, soprattutto durante i cicli orogenetici, che ne hanno delineato le forme principali, ricostruibili tramite l'orientazione dei principali corsi d'acqua che seguono spesso le direzioni delle linee di faglia.

Queste sicuramente rappresentano le principali responsabili della disposizione degli elementi morfologici presenti, e soprattutto dell'evidente parallelismo esistente tra le dorsali principali e le aste fluviali maggiori, impostate secondo delle direttrici NNE-SSW, NNW-SSE e, meno frequentemente, E-W.

Nel settore montuoso collinare l'aspetto morfogenetico dominante è legato all'attività tettonica che si esprime nella morfologia sinuosa delle valli, nell'andamento delle linee di cresta, nelle soventi nette interruzioni di pendio e nelle scarpate strutturali, oltre che nell'andamento meandriforme dei corsi d'acqua principali.

Le forme dei rilievi si sono spesso prodotte in conseguenza dell'erosione selettiva che agisce più intensamente sulle rocce meno resistenti, risparmiando quelle più compatte.

Per ciò che concerne le aree pianeggianti, e quelle di raccordo con i rilievi, sovente l'attività antropica ha obliterato in parte l'originario profilo morfologico. In corrispondenza delle vallecole si rinvenivano coperture di depositi alluvionali, solcati dai principali corsi d'acqua.

L'andamento debolmente pendente della morfologia è caratterizzato dalla presenza di linee di terrazzamento fluviale dovute alla variazione nel tempo della direzione di scorrimento dei corsi d'acqua.

Lungo le superfici sono altresì riscontrabili segni di dilavamento diffuso che solo raramente e in corrispondenza di aumento delle pendenze o di tagli netti del pendio si acutizzano producendo linee di ruscellamento concentrato.

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per ciò che concerne l'idrografia superficiale, il territorio in esame, proprio per l'estensione che presenta, si mostra caratterizzato da una idrografia superficiale varia ed articolata in considerazione della presenza nelle aree ad andamento morfologico pianeggiante di paleo alvei sepolti, i quali si sovrappongono e si intrecciano in vario modo.

Sovente questo sistema di strutture causa variazioni laterali di permeabilità e lenticolarità degli orizzonti e condiziona la circolazione idrica sotterranea secondo complesse reti di drenaggio. Da una disamina del contesto generale si evince che la circolazione idrica è direttamente condizionata dalle caratteristiche morfo-strutturali delle formazioni litologiche sulle quali si imposta il reticolo idrografico che assume un andamento

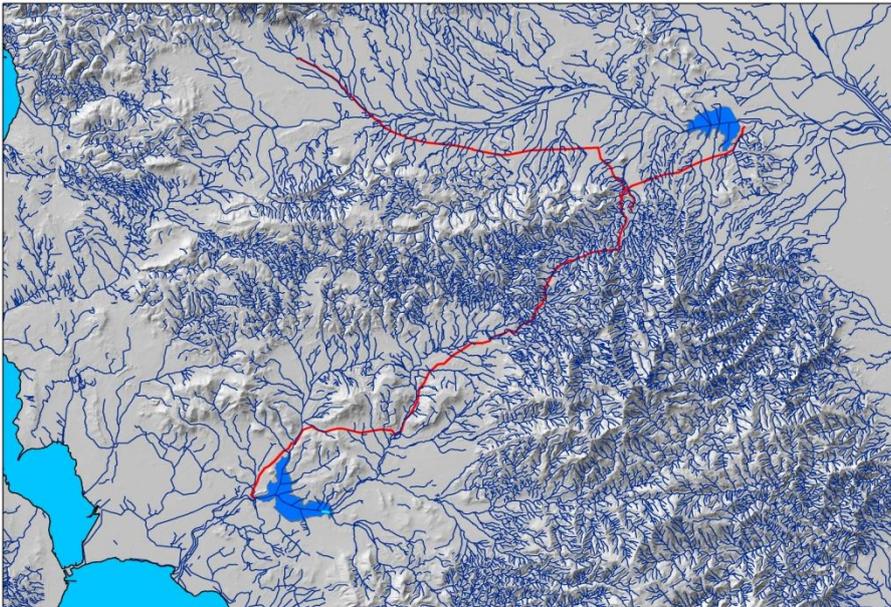
dendritico caratterizzato da una elevata gerarchizzazione dei tratti.

L'analisi dell'attuale reticolo idrografico evidenzia che i processi morfogenetici naturali attivi sono connessi alle capacità di erosione, trasporto e sedimentazione dei corsi d'acqua i quali convogliano le acque verso una unica asta torrentizia per settore di drenaggio.

Nelle aree collinari e montuose, in ragione delle litologie compatte che attraversano, le incisioni si impostano su vallecule strette e sinuose, mentre nelle porzioni pianeggianti esse si presentano poco definite, con gradiente idraulico moderato e caratterizzate da afflussi idrici alimentati spesso dal ruscellamento diffuso. L'attività agricola ha talora parzialmente rimodellato l'andamento topografico, tuttavia le linee di drenaggio hanno mantenuto comunque più o meno intatta la funzione di alleggerimento dei flussi idrici provenienti dalle fasce pedemontane.

Il tracciato si sviluppa a cavallo di due bacini idrografici della Sardegna: il sub-bacino 7 Flumendosa-Campidano-Cixerri, e il sub-bacino 1 Sulcis.

Di seguito si riporta uno schema del reticolo idrografico caratterizzante il comparto in esame.



L'area centrale del tracciato, che lasciando i rilievi impostati sulle litologie paleozoiche si sviluppa nell'area di raccordo con la piana, è interessata dalla presenza di uno dei principali corsi d'acqua, il Rio Mannu, che nasce dalla confluenza del Riu Barisoni e del Riu Tiriccu, e che si snoda con un profilo di equilibrio maturo e un andamento meandriforme fino ad arrivare all'invaso di Monte Pranu.

Il tracciato interseca l'andamento di tutta una serie di incisioni fluviali a carattere stagionale che mostrano portate poco rilevanti condizionate prevalentemente dagli eventi pluviometrici e tempi di corrivazione bassi in ragione dei bassi valori di permeabilità dei terreni.

SISTEMA DEGLI ACQUIFERI SOTTERRANEI

Gli acquiferi, in considerazione dell'attività agricola presente nelle aree morfologicamente pianeggianti,

costituiscono un'importante risorsa strategica e mostrano una origine sia valliva, sia pedemontana. Nel territorio in esame vengono sfruttate sia le falde superficiali, alimentate dall'alveo sommerso del corso d'acqua principale e caratterizzate generalmente da bassa produttività, che quelle più profonde.

Tali falde sono alimentate dalla circolazione idrica profonda proveniente dai rilievi paleozoici e dai flussi idrici superficiali connessi con le falde di subalveo il cui tasso di ricarica non risulta tuttavia compromesso da opere di regimazione idraulica effettuate lungo gli alvei poiché non sono presenti opere di impermeabilizzazione delle sponde, che possano ridurre gli scambi idrici.

I terreni presenti, in ragione delle caratteristiche geolitologiche con particolare riferimento alla capacità di assorbimento possono essere suddivisi in terreni a permeabilità medio alta, cui appartengono quei terreni che presentano una buona circolazione idrica e sono rappresentati da coperture alluvionali scioglie ed incoerenti, e terreni a permeabilità medio bassa, cui appartengono i litotipi coerenti. La bassa permeabilità è data dalle caratteristiche di compattezza della roccia che si mostra localmente permeabile per fessurazione/fratturazione.

Nell'area in esame possono essere distinte tre zone a differente permeabilità:

sedimenti alluvionali recenti: permeabilità alta

sedimenti alluvionali antichi e terrazzati: permeabilità media

litotipi coerenti rappresentati dalle litologie paleozoiche e da quelle effusive oligo mioceniche: da mediamente a poco permeabili

INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

I suoli del settore sono stati suddivisi in funzione del substrato dal quale derivano e delle forme su cui si sono sviluppati i processi pedogenetici.

Le parti del tracciato che si sviluppano su aree pianeggianti interessano suoli che si sono impostati sui substrati quaternari antichi ed attuali. L'evoluzione di questi suoli è in genere molto spinta, con formazione di tutti i profili pedogenetici e sovente con orizzonti argillici ben evidenziati. Nonostante l'abbondanza di scheletro questi suoli presentano difetti più o meno rilevanti di drenaggio, che costituiscono una delle principali limitazioni all'uso agricolo. La loro permeabilità è condizionata dalla illuviazione di materiali argilliformi e dalla cementazione. Si tratta comunque di suoli profondi a tessitura da franco sabbiosa a franco sabbiosa argillosa, caratterizzati da permeabilità da media a bassa. Mostrano un moderato pericolo di erosione. Tali suoli sono riferibili all'Unità 26 della Carta dei Suoli della Sardegna (Aru, Baldaccini, Vacca – 1991)

Per ciò che concerne i suoli impostati sui depositi di versante che ricoprono le unità litologiche antiche, e sulle unità stesse, laddove emergano in affioramento, si può dire che si tratta di suoli da poco a mediamente profondi, con tessitura da franco sabbiosa a franco argillosa, con permeabilità generalmente medio alta. Tali suoli sono riferibili all'Unità 4 della Carta dei Suoli della Sardegna (Aru, Baldaccini, Vacca – 1991).

I suoli impostati sulle aree alluvionali del Pleistocene, in giacitura pianeggiante (Unità 28) si mostrano molto evoluti, con orizzonti argillici e talvolta con orizzonti profondi con accumulo di carbonati più o meno cementati, profondi, con tessitura da franco sabbiosa ad argilloso sabbiosa e variamente dotati di scheletro. Mediamente permeabili, mostrano una scarsa erodibilità.

I suoli impostati sulle litologie vulcaniche presenti nella parte centro-meridionale del tracciato accorpano le Unità 13, 14, 15, differenziandosi per le condizioni di pendenza. Si tratta comunque di suoli da poco profondi a profondi con tessitura da argilloso sabbiosa ad argillosa, da mediamente a poco permeabili, con percentuali variabili in scheletro e con da moderato a forte pericolo di erosione.

I suoli impostati sui depositi alluvionali recenti ed attuali presenti negli alvei delle incisioni fluviali sono generalmente profondi, ma con modesta evoluzione pedogenetica, con tessitura da sabbioso franca a franco argillosa, con contenuto in scheletro assai vario, che in alcuni casi può essere anche molto abbondante; sono da mediamente a poco permeabili con idromorfia temporanea.

2.2 ASPETTI E CRITERI PER LA PROGETTAZIONE GEOTECNICA

In riferimento a quanto previsto dal *paragrafo 6.2.2. delle N.T.C.-2018* le caratteristiche geotecniche del terreno interessato dalle opere in progetto potranno essere desunte con riferimento alla seguente documentazione:

- da indagini geognostiche apposite eseguite presso i siti di intervento, per la descrizione delle quali si rimanda allo specifico documento progettuale: “*Piano delle indagini geotecniche*”;
- dalla documentazione geologico e geotecnica reperibile presso gli strumenti di pianificazione regionale e locale;
- dalla documentazione geologico e geotecnica disponibile relativamente a pregressi interventi, anche puntuali, eseguiti nell’ambito dell’area interessata dai presenti lavori;
- da considerazioni pratiche circa la natura e lo stato dei luoghi.

Dal punto di vista litologico, in riferimento alle indagini preliminari eseguite durante i sopralluoghi effettuati in sito e dal confronto con la documentazione geologico-tecnica degli strumenti di pianificazione locale, l’area in esame si presenta generalmente caratterizzata da terreni di base di natura rocciosa di origine metamorfica o vulcanica e, in parte, da terreni a natura granulare di origine alluvionale o detritica.

In generale, le aree pianeggianti e quelle di raccordo con i rilievi risultano caratterizzate dalla presenza in affioramento dei litotipi più recenti, ascrivibili al Quaternario, rappresentati dai depositi alluvionali antichi ed attuali, prodottisi in seguito al trasporto e deposizione del materiale preso in carico da parte dei maggiori corsi d’acqua presenti.

Si riporta nel seguito l’estratto della *Carta dei suoli della Sardegna*.

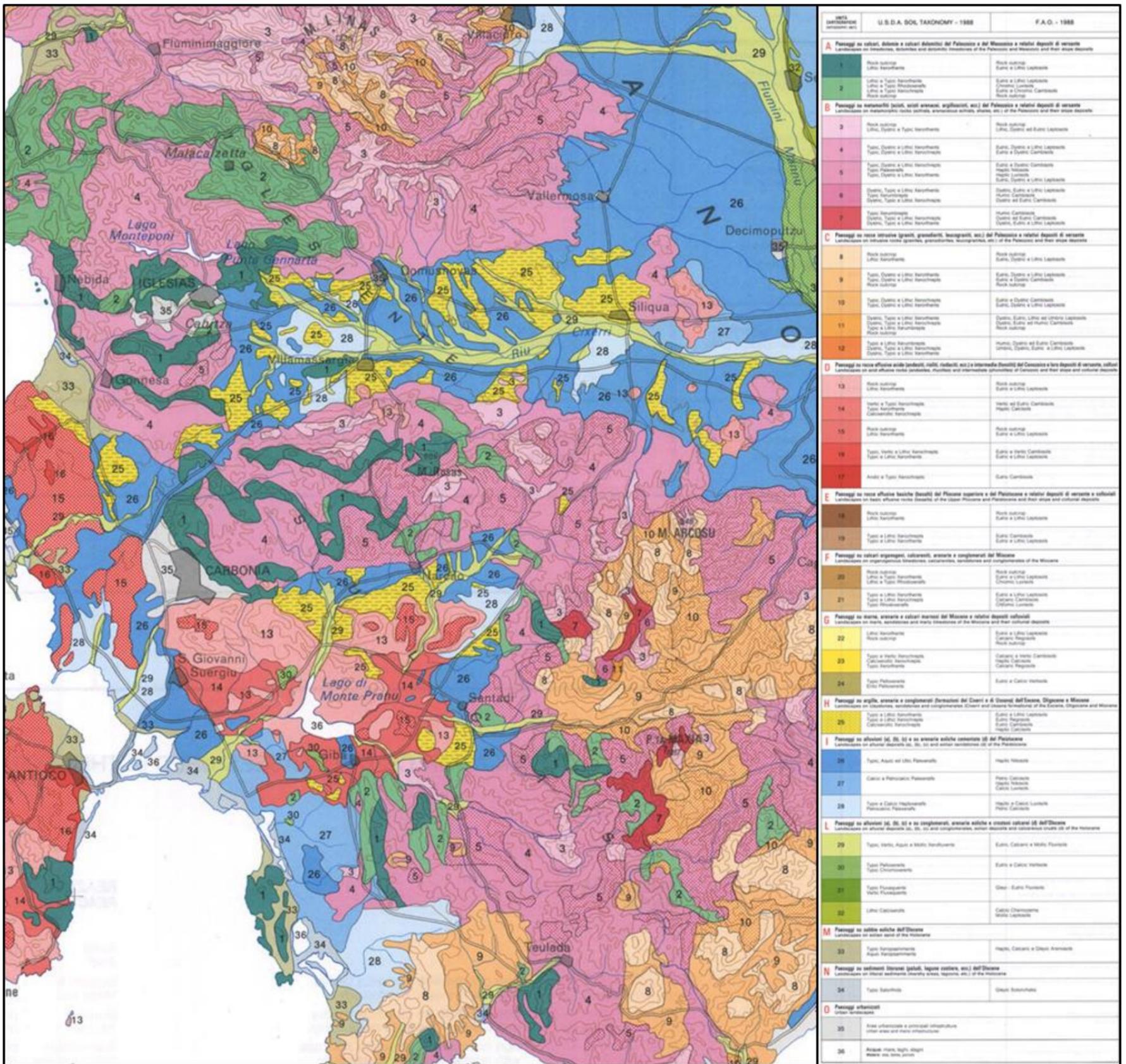


Figura 1 – Estratto della Carta dei suoli della Sardegna (Regione Sardegna).

Nell'area interessata dai tracciati sono, quindi, generalmente presenti formazioni rocciose, talvolta affioranti e sequenze deposizionali alluvionali, caratterizzate da una granulometria a matrice prevalentemente ghiaioso-sabbiosa-limosa, parzialmente cementata, con un grado di addensamento variabile da mediocre a medio.

L'intensità attesa dell'azione sismica nell'area oggetto di intervento è di ordine molto basso (si rimanda a riguardo al *capitolo 3* della presente Relazione), pertanto, in presenza di queste circostanze, potrà essere omessa la verifica alla liquefazione dei terreni ai sensi del *paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018*.

Si evidenzia, inoltre, che la scelta dei tracciati in progetto ha avuto come criterio fondamentale quello di porre le tubazioni in sicurezza; sono stati, infatti, privilegiati i lineamenti morfologici e geologici, in generale, più sicuri (fondovali, terrazzi, dorsali, ecc.), evitando aree interessate da dissesti estesi e di elevata entità.

In riferimento alle indagini preliminari ed ai sopralluoghi effettuati in sito emerge, quindi, che i terreni in oggetto possono sinteticamente configurarsi come un multistrato costituito da almeno tre distinte unità geotecniche diversificabili per proprietà lito-stratigrafiche e geomeccaniche, variabili per potenza e posizione in funzione del tratto o della zona considerata:

- **Unità geotecnica I:** copertura superficiale di natura detritica o alluvionale e roccia alterata, con proprietà geotecniche complessive da mediocri a discrete.
- **Unità geotecnica II:** roccia fratturata e in parte alterata, con proprietà geotecniche discrete, comunque progressivamente crescenti con la profondità.
- **Unità geotecnica III:** roccia debolmente fratturata costituente il substrato roccioso del sito, caratterizzato da maggior consistenza e minore alterazione, dotata di proprietà e caratteristiche geotecniche migliori.

La progettazione e le verifiche geotecniche saranno effettuate secondo il “*metodo dei coefficienti di sicurezza parziale*” applicato all'ingegneria geotecnica, conformemente a quanto previsto al *paragrafo 6.2.4 del D.M. 17.01.2018, “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”* e dall'*Eurocodice 7, “Progettazione Geotecnica” – UNI EN 1997-1*. Le verifiche geotecniche dovranno, inoltre, essere condotte seguendo i metodi e i criteri previsti dal *capitolo 6 delle N.T.C.-2018*, seguendo l'Approccio 1 e/o l'Approccio 2, prevedendo combinazioni differenti dei gruppi di coefficienti parziali per le azioni (A1, A2), per i parametri geotecnici e la resistenza dei materiali (M1, M2) e per la resistenza globale del sistema (R1, R2, R3), da adottare in funzione del tipo di opera e delle tipologie di verifiche per essa richieste. Per quanto riguarda la progettazione nei confronti delle azioni sismiche verrà, infine, fatto riferimento a quanto previsto dal *paragrafo 7.11 delle N.T.C.-2018*.

Le **fondazioni** dei vari manufatti faranno generalmente riferimento alle **opere di fondazione superficiali di tipo diretto**, ai sensi del *paragrafo 6.4.2 delle N.T.C.-2018*. Potranno essere localmente previsti anche **sistemi di fondazione di tipo misto**, con l'inserimento di pali o micropali di fondazione, ai sensi del

paragrafo 6.4.3. delle N.T.C.-2018. Saranno, inoltre, previste **opere geotecniche di sostegno** (muri e paratie provvisorie in micropali a sostegno dei fronti scavo) per la cui progettazione si dovrà fare riferimento principalmente al *paragrafo 6.5 delle N.T.C.-2018*.

Le fondazioni dovranno essere in grado di garantire il soddisfacimento delle necessarie **verifiche a capacità portante** e alla **limitazione dei cedimenti** si di tipo differenziale, nell'ambito della stessa costruzione sia differiti nel tempo a medio-lungo termine, al fine di renderli compatibili con l'uso e la funzionalità delle opere.

3 SISMICA

3.1 SISMICITÀ STORICA DEL SITO INTERESSATO DAI LAVORI

La caratterizzazione della sismicità dell'area interessata dalle opere in progetto è stata preliminarmente valutata attraverso l'analisi di evidenze storiche e dati strumentali riportati nei cataloghi ufficiali aggiornati, considerando un intervallo temporale esteso e compatibile con il periodo di riferimento dell'azione sismica massima attesa, associata allo stato limite ultimo (SLV e SLC).

Sono stati, quindi, consultati i seguenti database:

- *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15)*, redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il quale riporta i dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima $I_{max} \geq 5$ o con magnitudo $M_w \geq 4.0$, d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.
- *DataBase Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15)*, realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il quale riporta un set omogeneo di dati di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti e relativo ai terremoti con intensità massima $I_{max} \geq 5$ e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

La finestra cronologica coperta dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15 va dall'anno 1000 d.C. circa a tutto il 2014 d.C., ed offre per ogni terremoto una stima omogenea della localizzazione epicentrale (Latitudine, Longitudine), dei valori di Intensità massima ed epicentrale, della magnitudo momento e della magnitudo calcolata dalle onde superficiali.

Il database DBMI15 archivia gli eventi sismici considerando i dati di intensità macrosismica. L'insieme di questi dati consente di elaborare la sismicità storica delle località italiane, ovvero consente di definire un elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di eventi sismici.

In *figura 2* è riportata la mappa delle localizzazioni dei terremoti storici presenti nei cataloghi CPTI15 e DBMI15 relativi alla Regione Sardegna mentre in *figura 3* è riportato l'estratto della macroarea di interesse; in *tabella 1* è, inoltre, riportata la lista degli eventi sismici storici catalogati nell'area oggetto dei

presenti lavori (Provincia del Sud Sardegna e Cagliari). Si evidenzia, in particolare, come nell'area di interesse (riquadro rosso) siano presenti un esiguo numero di eventi sismici nell'intervallo di definizione catalogato.

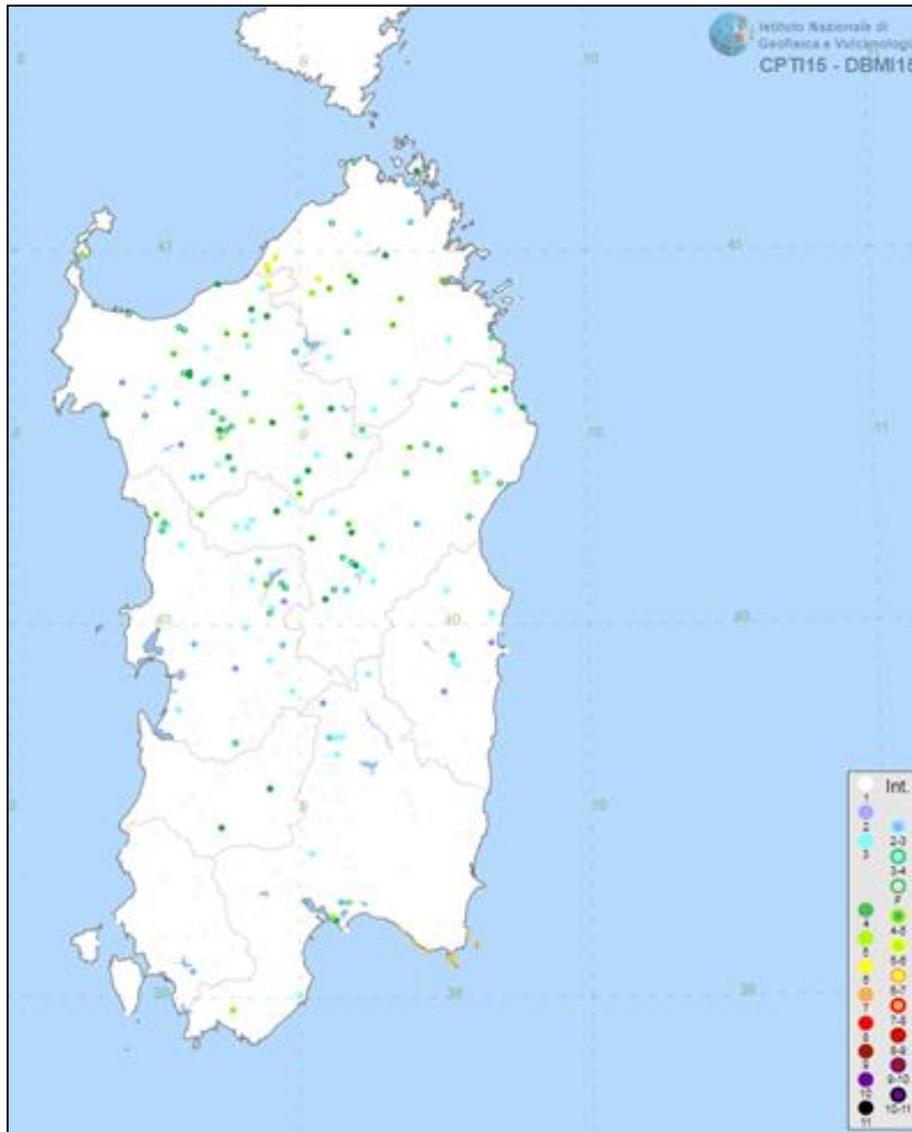


Figura 2 – Mappa con la localizzazione dei terremoti storici avvenuti in Sardegna (INGV).

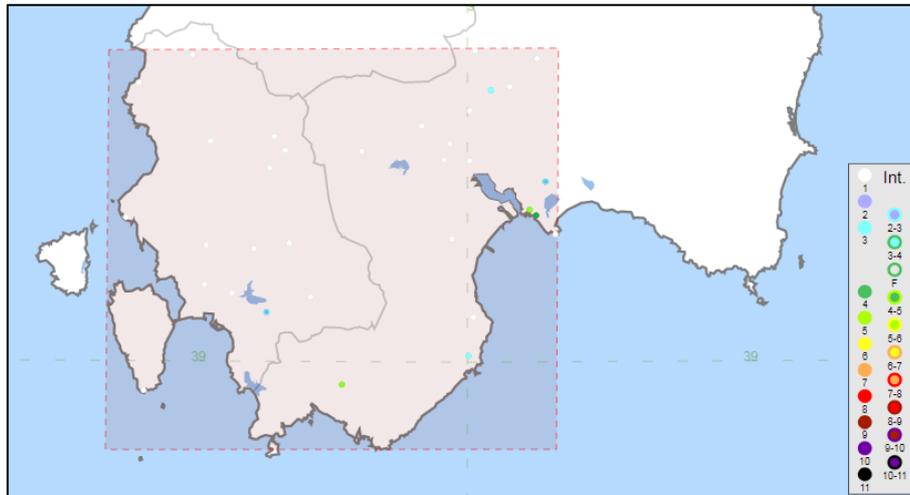


Figura 3 – Estratto localizzazione dei terremoti storici nell'area di interesse (INGV).

Località	Prov	Imax	EQs
Assemini	CA	NF	1
Buggerru	CI	NF	1
Cagliari	CA	5	6
Capo Sant'Elia	CA	NF	1
Capoterra	CA	NF	1
Carbonia	CI	NF	1
Convento di Bonaria	CA	4	1
Decimomannu	CA	NF	1
Decimoputzu	CA	NF	1
Domusnovas	CI	NF	1
Donori	CA	NF	1
Fluminimaggiore	CI	NF	1
Giba	CI	2-3	1
Iglesias	CI	NF	1
Monastir	CA	3	1
Monsterrato	CA	2-3	1
Musei	CI	NF	1
Narcao	CI	NF	1
Nuraminis	CA	NF	1
Perdaxius	CI	NF	1
Portoscuso	CI	NF	1
Pula	CA	3	2
Punta Sperone	CI	NF	1
San Giovanni Suergiu	CI	NF	1
San Sperate	CA	NF	1
Santadi	CI	NF	2
Sarroch	CA	NF	1
Siliqua	CA	NF	2
Teulada	CA	5	2
Tratalias	CI	NF	1
Ussana	CA	NF	1
Uta	CA	NF	1
Villamassargia	CI	NF	1

Tabella 1 – Elenco degli eventi sismici riportati nel catalogo CPT15 relativi all'area di interesse (INGV).

La consultazione dei cataloghi INGV evidenzia che l'area interessata dal progetto presenta una sismicità storica molto bassa. Il catalogo CPT115 riporta solo due eventi di magnitudo $\leq 4Mw$. I terremoti più recenti (avvenuti nel 2000, 2004 e 2006), tutti di $Mw < 5$ e localizzati in mare, hanno prodotto in terraferma effetti di modesta intensità.

La distribuzione dei terremoti storici nell'area di interesse del progetto, estratti dal catalogo CPT115 e dal database DBMI15 conferma, quindi, che la zona in studio è caratterizzata da un livello di sismicità molto basso, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo attesi.

3.2 PERICOLOSITÀ SISMICA E PARAMETRI SISMICI DI RIFERIMENTO

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali dovrà essere valutato il rispetto dei diversi stati limite considerati, saranno determinate a partire dalla "*pericolosità sismica di base*" del sito, definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_{e(T)}$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , in funzione dello specifico stato limite assunto per le verifiche.

La definizione delle forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R , avviene a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico sul piano di fondazione è, quindi, definito dallo spettro di risposta elastico; esso, per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s, è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5% e considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore della accelerazione massima convenzionale del terreno fondale a_g che caratterizza il sito. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} . Il moto può decomporre in tre componenti ortogonali di cui una verticale. In via semplificata gli spettri delle due componenti orizzontali possono considerarsi eguali ed indipendenti. Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è, quindi, definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

nelle quali T ed S_e sono rispettivamente il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale orizzontale e dove:

- a_g = accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale;
- $S = S_S \cdot S_T$ è un fattore che tiene conto della categoria del suolo di fondazione (S_S) e delle condizioni topografiche (S_T), definite dalla *tabella 3.2.IV e 3.2.V delle N.T.C.*;
- η = fattore che altera lo spettro elastico per smorzamenti viscosi convenzionali ξ diversi dal 5 %, mediante la relazione seguente:

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

- dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, con valore minimo pari a 2,2;
- T_B, T_C, T_D = periodi che separano i diversi rami dello spettro (tratto ad accelerazione costante, tratto a velocità costante e tratto a spostamento costante), dipendenti dalla categoria del suolo di fondazione.

Per gli **stati limite di esercizio** lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata.

Nelle verifiche agli **stati limite ultimi** in generale le capacità dissipative delle strutture vengono messe in conto attraverso un'opportuna riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovra resistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ utilizzato sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule sopra riportate il parametro η con $1/q$, dove q rappresenta il fattore di struttura dell'opera. In relazione a quanto specificato dai *paragrafi 7.2.5 e 7.3.1 del D.M. 17.01.2018*, per quanto riguarda le componenti orizzontali, dovendo le fondazioni superficiali e le opere controterra rimanere in campo

elastico, in questa fase preliminare verrà cautelativamente assunto un valore del *fattore di struttura* “q” unitario, mentre per le componenti verticali verrà assunto un valore pari a 1,5.

Con la D.G.R. 30 marzo 2004, n. 15/31 e ss.mm.ii. la Regione Sardegna ha recepito la classificazione sismica introdotta dall’O.P.C.M. 3274/2003, classificando tutti i Comuni della Regione e, pertanto, anche il sito interessato dai presenti lavori in zona sismica 4.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e, quindi, al D.M. 17.01.2018 hanno, quindi, introdotto un nuovo criterio, “*sito-dipendente*”, per la valutazione delle azioni sismiche attese al sito.

La sismicità della regione Sardegna risulta molto bassa, sia i dati storici che quelli strumentali non evidenziano criticità nella pericolosità sismica di base, pertanto, nelle NTC 2008 (cfr. Allegato B, Tabella 2) si ritiene ragionevole assumere per l’intera isola un valore uniforme di accelerazione orizzontale massima al bedrock (a_g), come riportato in Figura 5/B.

Data la sostanziale omogeneità sia della tipologia costruttiva delle opere che della pericolosità sismica di base del sito interessato dai lavori (bassa sismicità – zona sismica 4), la determinazione dei parametri di riferimento dell’azione sismica è stata effettuata in maniera omogenea, riferendosi, quindi, alle prescrizioni di cui al paragrafo 3.2 del Decreto Ministeriale 17.01.2018 e assumendo i parametri spettrali di riferimento già riportati nella *tabella 2, dell’Allegato B al D.M. 14.01.2008*:

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*	a_g	F_o	T_C^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotiene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Tabella 2 – Valori dei parametri sismici di riferimento a_g , F_o e T_C^* attesi al bedrock con superficie topografica orizzontale, nel territorio interessato dal progetto, per differenti periodi di ritorno T_R .

3.3 CATEGORIA STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

La “*risposta sismica locale*” è l’azione sismica quale emerge in “superficie” a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido, le quali corrispondono a:

- effetti stratigrafici, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- effetti topografici, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto; i fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'*accelerazione massima attesa al sito (PGA)* può essere valutata, in riferimento al *paragrafo 3.2.2. delle N.T.C.*, con la seguente relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g$$

dove:

- S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T) del sito;
- a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Per quanto concerne gli effetti di **amplificazione stratigrafica**, nel caso delle condotte (a prevalente sviluppo lineare) e delle opere puntuali in progetto, in attesa del completamento delle campagne di indagini geognostiche individuate, le categorie di sottosuolo per le aree di interesse sono state desunte sulla base dei parametri geotecnici disponibili in bibliografia e sulle litologie affioranti lungo i tracciati, valutando anche le diverse risposte geomeccaniche dei litotipi (stato di addensamento, cementazione, grado di fratturazione e/o di alterazione, ecc.). Da tale descrizione è possibile associare la quasi totalità dei terreni interessati dalle costruzioni e dalle opere in progetto alle *categorie di suolo A e B*, ad esclusione di alcuni tratti di linea che si sviluppano nei depositi detritici, alluvionali o eluvio-colluviali, con caratteristiche e spessori attribuibili alla *categoria C*.

Pertanto, in questa fase preliminare di progettazione la scelta della categoria di sottosuolo da adottare per determinare i parametri di risposta sismica locale relativi alle costruzioni in progetto si è basata su un approccio di tipo cautelativo considerando, quindi, a favore di sicurezza, la condizione litologica di sito potenzialmente più sfavorevole presente: **categoria di sottosuolo di tipo C**. A tale categoria, ai sensi delle N.T.C., è associato un coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S pari a 1,5.

Per quanto riguarda, invece, gli effetti di **amplificazione topografica** la maggior parte dei tracciati delle condotte e delle opere in progetto si sviluppa su un territorio caratterizzato da pendenze medie inferiori/uguali a 15° (categoria topografica T1) o lungo pendii con pendenza media maggiore di 15° (categoria topografica T2). Considerata la varietà morfologica del territorio interessato dai lavori è stata, quindi, considerata la condizione topografica più sfavorevole, associata alla **categoria di tipo T2**, alla

quale corrisponde un coefficiente di amplificazione sismica S_T pari a 1,2.

In relazione ai dati desunti dalle indagini preliminari sia di natura geologica che geotecnica possono, quindi, essere nel seguito riepilogati i seguenti parametri associati alla risposta sismica locale da assumere per la definizione dell'accelerazione sismica di progetto:

- sito di intervento e zona sismica: Provincia Sud Sardegna e Cagliari – zona 4
- categoria del sottosuolo: A / B / C (*)
- categoria topografica: T2
- amplificazione stratigrafica massima: $SS = 1,5$
- amplificazione topografica massima: $ST = 1,2$

(*) *cat. A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.*

(*) *cat. B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

(*) *cat. C: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati 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 $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).*

Si evidenzia, infine, con riferimento al *paragrafo 7.11.3.4.2 delle N.T.C.-2018* che i terreni in sito, essendo di formazione prevalentemente rocciosa ed essendo caratterizzati da un grado di sismicità basso, non risultano potenzialmente suscettibili a fenomeni **liquefazione**. Pertanto, la probabilità che si verifichi il fenomeno della liquefazione entro i terreni interessati dagli interventi in progetto è da ritenersi trascurabile e la verifica potrà essere omessa nel rispetto della normativa tecnica vigente.

3.4 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Accertata la compatibilità dei parametri stratigrafici e topografici del sito, l'azione sismica dovrà, quindi, essere determinata applicando alle costruzioni un'accelerazione corrispondente allo spettro di risposta desunto dalla normativa nazionale in funzione della pericolosità sismica del sito, delle caratteristiche dell'opera e degli stati limite assunti per le verifiche (SLO, SLD, SLV e SLC).

Si riporta nel seguito la caratterizzazione sismica specifica per il sito oggetto di intervento:

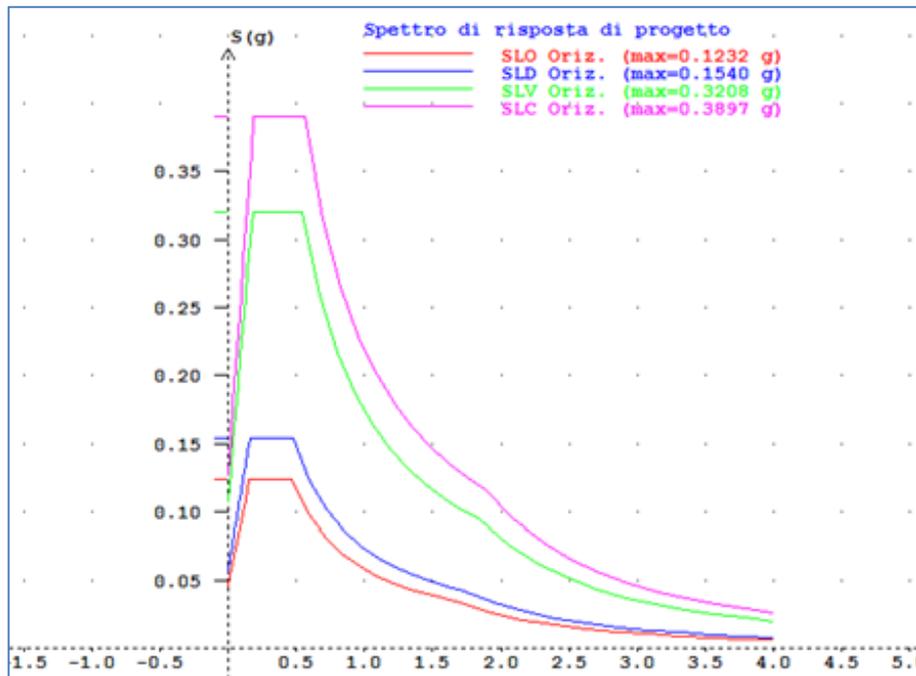


Figura 4 – Spettri di risposta di riferimento per gli stati limite di progetto.

▪ **Spettro di risposta di progetto SLO orizzontale**

$$a_g = 0.025 \text{ g}; F_0 = 2.694; T_C^* = 0.302 \text{ s};$$

$$T_B = 0.157 \text{ s}; T_C = 0.470 \text{ s}; T_D = 1.702 \text{ s}; S = 1.80; csi = 5.0$$

▪ **Spettro di risposta di progetto SLD orizzontale**

$$a_g = 0.031 \text{ g}; F_0 = 2.730; T_C^* = 0.307 \text{ s};$$

$$T_B = 0.159 \text{ s}; T_C = 0.476 \text{ s}; T_D = 1.725 \text{ s}; S = 1.80; csi = 5.0$$

▪ **Spettro di risposta di progetto SLV orizzontale**

$$a_g = 0.060 \text{ g}; F_0 = 2.976; T_C^* = 0.371 \text{ s};$$

$$T_B = 0.180 \text{ s}; T_C = 0.540 \text{ s}; T_D = 1.840 \text{ s}; S = 1.80; q = 1.0$$

▪ **Spettro di risposta di progetto SLC orizzontale**

$$a_g = 0.071 \text{ g}; F_0 = 3.061; T_C^* = 0.393 \text{ s};$$

$$T_B = 0.187 \text{ s}; T_C = 0.562 \text{ s}; T_D = 1.883 \text{ s}; S = 1.80; q = 1.0$$

Si possono, quindi, riepilogare i valori dell'**accelerazione sismica di progetto**, ovvero della **pericolosità sismica di progetto**:

- accelerazione sismica orizzontale di riferimento a **SLO**: $a_g = 0,025 \text{ g}$.
- accelerazione sismica orizzontale di riferimento a **SLD**: $a_g = 0,031 \text{ g}$.
- accelerazione sismica orizzontale di riferimento a **SLV**: $a_g = 0,060 \text{ g}$.
- accelerazione sismica orizzontale di riferimento a **SLC**: $a_g = 0,071 \text{ g}$.

- **accelerazione sismica orizzontale massima di progetto a SLV:** $a_{g,SLV} = S_s \times S_T \times a_g = 1,5 \times 1,2 \times 0,060 \text{ g} \cong \mathbf{0,108 \text{ g}}$.
- **accelerazione sismica orizzontale massima di progetto a SLC:** $a_{g,SLC} = S_s \times S_T \times a_g = 1,5 \times 1,2 \times 0,071 \text{ g} \cong \mathbf{0,128 \text{ g}}$.

4 STUDIO PRELIMINARE DI INSERIMENTO URBANISTICO E VINCOLI

4.1 GLI STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI

Le attività progettuali sono previste nel settore meridionale della Sardegna, in aree ricomprese all'interno della Città Metropolitana di Cagliari e nella provincia del Sud Sardegna, attraversando i territori comunali di Uta, Decimomannu, Villaspeciosa, Siliqua, Villaperuccio, Narcao, Villamassargia, Tratalias, Domusnovas, Musei, Nuxis e Iglesias.

Nella tabella seguente è stata rappresentata, per ciascun comune, la tipologia di strumento urbanistico vigente.

Gli strumenti urbanistici comunali

Comune	Provincia	Tipologia Strumento	Delibera approvazione	Verifica Coerenza	di	Pubblicazione sul BURAS
Decimomannu	CA	Piano Urbanistico Comunale	Del. C.C. n. 46 del 25-OCT-01	Atto CO.RE.CO. 4106/01 del 19-DEC-01	del n.	n. 4 del 05-FEB- 2002
Domusnovas	CI	Piano Urbanistico Comunale	Del. C.C. n. 6 del 08-MAR-04	Determ. Dir. Gen. n. 318/DG del 05-JUL-04	n.	n. 24 del 03-AUG- 2004
Iglesias	CI	Piano Regolatore Generale	Del. C.C. n. 88 del 06-APR-79	Decreto Ass. Reg. n. 490/U del 14-APR-80	n.	n. 20 del 12-MAY- 1980
Siliqua	CA	Piano Urbanistico Comunale	Del. Comm. ad acta n. 3 del 17-APR-03	Determ. Dir. Gen. n. 355/DG del 03-JUL-03	n.	n. 25 del 14-AUG- 2003
Tratalias	CI	Programma di Fabbricazione		Decreto Presidente Giunta Regionale n. 62 del 12-JUL-71	n.	n. 27 del 26-AUG- 1971
Villamassargia	CI	Piano Urbanistico Comunale	Del. C.C. n. 56 del 30-OCT-04	Determ. Dir. Gen. n. 748/DG del 10-OCT-06	n.	n. 16 del 04-JUN- 2007

Villaperuccio	CI	Programma di Fabbricazione	di	Del. C.C. n. 30 del 20-JUN-80	Decreto Ass. Reg. n. 30/U del 19-JAN-81	n. 12 del 09-MAR-1981
Villaspeciosa	CA	Piano Urbanistico Comunale		Del. C.C. n. 53 del 15-OCT-93	Atto del CO.RE.CO. n. 1794/1 del 14-DEC-93	n. 48 del 23-DEC-1993
Narcao	CI	Piano Urbanistico Comunale		Del. C.C. n. 33 del 25-OCT-04	Determ. Dir. Gen. n. 81/DG del 31-JAN-06	n. 7 del 07-MAR-2006
Nuxis	CI	Programma di Fabbricazione	di		Decreto Presidente Giunta Regionale n. 27 del 08-APR-71	

Di seguito è stata rappresentata un quadro riassuntivo con la verifica della conformità urbanistica delle opere previste dal Progetto.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
Medau Zrimilis - Partitore e vasca di carico- Ponte Murtas	Domusnovas	PUC	E2	Aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva	No	<p>Art. 24</p> <p>Comprende le parti del territorio destinate all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, all'orticoltura, alle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno.</p> <p>Nelle zone omogenee E sono in generale consentiti gli interventi di cui ai punti a), b), c), d), e), f), g), h), i) dell'art. 12 delle presenti N.T.A ossia:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) manutenzione ordinaria; b) manutenzione straordinaria; c) restauro e risanamento conservativo; d) ristrutturazione edilizia; e) ristrutturazione urbanistica; f) nuova costruzione; g) ampliamento; h) demolizione; i) mutamento della destinazione d'uso. <p>Per il rilascio della concessione edilizia a fini edificatori la determinazione della destinazione produttiva agricola di un fondo deve essere dimostrata mediante la produzione di documentazione tecnico amministrativa tra cui una relazione tecnica (contenente descrizione dello stato di fatto e indicazione degli interventi in progetto) e uno studio di compatibilità agro-ambientale nel caso di interventi di trasformazione del territorio rurale di scala o impatto ambientale/visuale rilevante.</p>	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 24)
	Iglesias	PRG	E	Zona agricola	No	<p>Articolo 23. Zona E</p> <p>La zona interessa le parti del territorio morfologicamente più mosse nelle quali non si ritiene, per il tipo di colture, necessaria un'edificazione del fondo.</p> <p>L'indice fondiario massimo stabilito rispettivamente in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0,03 mc/mq per le residenze; - 0,10 mc/mq per punti di ristoro, insediamenti, attrezzature ed impianti di carattere particolare che per 	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 23)

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>la loro natura non possono essere localizzati in altre zone omogenee;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1,00 mc/mq per impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti – radoripetitori e simili, impianti strettamente connessi con la ricerca mineraria 	
	Musei	PdF		Agricolo e silvo pastorale	No	Zone E - Agricole".	Non sono previste limitazioni alla realizzazione delle opere
	Siliqua	PUC	E2	Zona agricola principale	No	<p>Art 24: Individuazione delle sottozone agricole ZONE E2 (zona agricola principale) aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni.</p> <p>Art. 25: Criteri per l'edificazione nelle zone agricole (art.3 del D.P.GR. n°228 del 03.08.1994 e art.4 del D.A. n°2266/u 1983</p> <p>1. Entro il territorio del Comune di Siliqua sono ammessi i seguenti indici massimi di edificabilità relativi alle strutture sotto indicate:</p> <p>a) fabbricazione ed impianti connessi alla conduzione agricola e zootecnica del fondo, all'orticoltura, alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali, con esclusione degli impianti classificabili come industriali. <i>Indice di edificabilità fino a 0,20 mc/mq;</i></p> <p>b) fabbricati per agriturismo, così come normati al successivo art. 27;</p> <p>c) fabbricati funzionali alla conduzione e gestione dei boschi e degli impianti arborei industriali (forestazione produttiva). <i>Indice di edificabilità fino a 0,01 mc/mq;</i></p> <p>d) strutture per il recupero terapeutico dei disabili, dei tossicodipendenti, e per il recupero del disagio sociale. <i>Indice di edificabilità: fino a 0,10 mc/mq;</i></p> <p>e) residenze connesse alla conduzione dei fondi. <i>Indice di edificabilità: fino a 0,03 mc/mq;</i></p>	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 24; 25)

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						f) impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili. – <i>Indice di edificabilità 1,00 mc/mq;</i> Sono inoltre ammessi i seguenti interventi: g) Attrezzature ed impianti particolari che per le loro caratteristiche non possono essere localizzati in altre zone (ad esempio piccoli depositi per lo stoccaggio provvisorio del GPL, centraline per il rilevamento dei dati atmosferici, ecc.); h) l'installazione di manufatti precari realizzati con strutture in materiale leggero semplicemente appoggiate a terra, per le quali sono consentite unicamente le opere di ancoraggio, e che non comportino alcuna modificazione dello stato dei luoghi. L'installazione potrà essere realizzata, previa richieste di concessione/autorizzazione edilizia o D.I.A. (per le specifiche tecniche vedere i dettami dell'art. 23 commi 12 e 12 bis del Regolamento edilizio).	
			E5a	Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale	Si, Centrale di sollevamento Medau Zirimilis	Art 24: Individuazione delle sottozone agricole <u>ZONE E5a (zona agricola marginale)</u> aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale. Art. 25 : Criteri per l'edificazione nelle zone agricole (art.3 del D.P.GR. n°228 del 03.08.1994 e art.4 del D.A. n°2266/u 1983 1. Entro il territorio del Comune di Siliqua sono ammessi i seguenti indici massimi di edificabilità relativi alle strutture sotto indicate: a) fabbricazione ed impianti connessi alla conduzione agricola e zootecnica del fondo, all'orticoltura, alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali, con esclusione degli impianti classificabili come industriali. <i>Indice di edificabilità fino a 0,20 mc/mq;</i> b) fabbricati per agriturismo, così come normati al successivo art. 27; c) fabbricati funzionali alla conduzione e gestione dei boschi e degli impianti arborei industriali (forestazione produttiva).	L'opera è valutata compatibile con il Piano in quanto rientra tra gli interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche. In relazione al superamento dell'indice di edificabilità previsto per gli interventi di cui all'art. 25, co.1, lett. f delle NTA, è necessario l'ottenimento di un permesso di costruire in deroga (ai sensi dell'art. 14 del DPR 320/2001), che dovrà essere conforme con quanto stabilito nell'art. 25, co.1 delle NTA.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p><i>Indice di edificabilità fino a 0,01 mc/mq;</i></p> <p>d) strutture per il recupero terapeutico dei disabili, dei tossicodipendenti, e per il recupero del disagio sociale. <i>Indice di edificabilità: fino a 0,10 mc/mq;</i></p> <p>e) residenze connesse alla conduzione dei fondi.</p> <p><i>Indice di edificabilità: fino a 0,03 mc/mq;</i></p> <p>f) impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili.</p> <p><i>Indice di edificabilità 1,00 mc/mq;</i></p> <p>Sono inoltre ammessi i seguenti interventi:</p> <p>g) Attrezzature ed impianti particolari che per le loro caratteristiche non possono essere localizzati in altre zone (ad esempio piccoli depositi per lo stoccaggio provvisorio del GPL, centraline per il rilevamento dei dati atmosferici ,ecc.);</p> <p>h) l'installazione di manufatti precari realizzati con strutture in materiale leggero semplicemente appoggiati a terra, per le quali sono consentite unicamente le opere di ancoraggio, e che non comportino alcuna modificazione dello stato dei luoghi. L'installazione potrà essere realizzata, previa richieste di concessione/autorizzazione edilizia o D.I.A. (per le specifiche tecniche vedere i dettami dell'art. 23 commi 12 e 12 bis del Regolamento edilizio).</p>	
			HAM	Zona di interesse paesistico e naturalistico	No	<p>Art. 21 Zone omogenee H</p> <p>ZONA HAM (zona di interesse paesistico e naturalistico)</p> <p>Entro questa zona H deve essere garantita la conservazione integrale dei singoli caratteri naturalistici, storici, morfologici e dei rispettivi insiemi, non sono ammesse alterazioni allo stato attuale dei luoghi e sono consentiti, previa autorizzazione di cui al T.U. (Decreto Legislativo 22 Gennaio 2004 n°42), i soli interventi volti alla conservazione, difesa, ripristino, restauro e fruizione della risorsa, e in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - attività scientifiche, comprendenti l'insieme delle attività finalizzate allo studio, controllo e conservazione delle risorse ambientali; - fruizione naturalistica, comprendente l'insieme di attività di fruizione dell'ambiente a fini didattici e 	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell' intervento in progetto (art. 21)

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>ricreativi, con eventuale realizzazione di infrastrutture leggere (sentieri natura, segnaletica) o strutture leggere di supporto (capanni di osservazione e per la sola somministrazione di bevande e alimenti, ecc.), aree belvedere e postazioni naturalistiche;</p> <ul style="list-style-type: none"> - fruizione culturale, comprendente l'insieme delle attività legate all'uso dei monumenti, zone archeologiche e beni culturali i genere, con eventuale realizzazione di infrastrutture e strutture leggere finalizzate alla conservazione del bene; - opere di difesa e ripristino ambientale in presenza di alterazioni o manomissioni di origine antropica; - il recupero di strutture esistenti con le tipologie originarie; - l'apertura e la sistemazione delle piste forestali strettamente necessarie alla gestione del bene; - l'installazione di traloci, antenne e strutture simili se necessari per la salvaguardia delle risorse naturali; - gli interventi volti alla difesa del suolo sotto l'aspetto idrogeologico; - <u>Interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche o di preminente interesse pubblico. In questa zona H è prescritto l'indice territoriale massimo di 0,001 mc/mq con possibilità di deroga ai sensi dell'art.16 della legge 06/08/1967 n.765, limitatamente ad edifici attrezzature ed impianti pubblici.</u> 	
			Hs	Zona di rispetto stradale	No	<p>Art. 21 Zone omogenee H ZONA HV (zona di rispetto stradale viario) In tale zona è vietata ogni tipo di edificazione. Si fa inoltre presente che per quanto non specificatamente indicato nella zonizzazione extraurbana e nelle presenti N.T.A. per quanto attiene alle fasce di rispetto della viabilità fuori dai centri abitati, si dovrà fare riferimento sempre alle norme contenute negli art.26-27-29 del Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n°495 integrato e corretto con D.P.R. 24.04.1993, n°147 3 con D.P.R. 610/1996</p>	<p>Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 21)</p>

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
	Villamassargia	PUC	E2al	<p>Aree di primaria importanza per la funzione agricolo produttiva, caratterizzate dalla presenza degli impianti irrigui consortili</p>	No	<p>Art. 46 – Sottozone agricole: classificazioni</p> <p>1. Nel Piano Urbanistico Comunale il territorio extraurbano o spazio rurale viene classificato come segue: zone E2al, aree di primaria importanza per la funzione agricolo produttiva, caratterizzate dalla presenza degli impianti irrigui consortili.</p> <p>Art. 47 – Sottozone agricole: articolazioni</p> <p>1. Sottozona E2al - Comprende le aree incluse nel 1° lotto del Comprensorio Irriguo del Cixerri, con suoli appartenenti alla I e II classe di capacità d'uso sviluppatasi sui depositi alluvionali del Quaternario recente (Olocene) e sui depositi alluvionali del Pleistocene sup., in aree pianeggianti o sub-pianeggianti. I suoli sono già interessati da un uso agricolo intensivo per la presenza di colture irrigue erbacee ed arboree e sono individuati dalle Unità di Paesaggio E1, E2 e D3 (con inclusioni dell'Unità C1 con suoli della IV classe di capacità d'uso) interne al comprensorio irriguo. Localmente si possono riscontrare limitazioni d'uso per la lentezza del drenaggio ma l'attitudine dei suoli ai differenti usi agricoli e zootecnici è complessivamente elevata.</p> <p>1.1 Il P.U.C. riconosce la prevalenza delle "valenze produttive", articola un complesso organico di indicazioni sulle colture e sulle infrastrutture e azioni di sostegno alle aziende, e consente sviluppi edilizi nel rispetto dei seguenti indici di edificabilità:</p> <p>1.2 Parametri di sottozona: indice di edificabilità territoriale per la residenza agricola pari a 0,03 mc/mq; indice di edificabilità territoriale per i fabbricati strumentali del fondo pari a 0,01 mc/mq;</p> <p>1.3 Qualora per i fabbricati strumentali si richieda l'utilizzo dell'indice di edificabilità di 0,10 mc/mq, occorrerà che l'azienda agraria soddisfi ai requisiti del lotto minimo previsti nell'allegata tabella A;</p> <p>1.4 Per la residenza la superficie minima di intervento è stabilita in ha 1,00;</p> <p>1.5 Per gli impianti serricoli, orticoli in pieno campo e vivaistici, la</p>	<p>Per le suddette aree E2al, gli artt. 46 e 47 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pongono limitazioni alla realizzazione di opere pubbliche quali quelle previste nell'intervento in progetto.</p>

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>superficie minima di intervento è stabilita in ha 0,50;</p> <p>1.6 Per situazioni di aziende esistenti e consolidate, la misura di riferimento del lotto minimo, ai fini dell'utilizzo dell'indice dello 0,10 mc/mq, relativamente ai soli fabbricati strumentali, è ridotta alla metà dei valori indicati nell'allegata tabella A;</p> <p>1.7 In questa Sottozona non sono ammessi nuovi Punti di Ristoro, né intervento agrituristico come definito nei precedenti articoli.</p>	
			E2bl	Aree di primaria importanza per la funzione agricolo produttiva	No	<p>Art. 47 – Sottozone agricole: articolazioni</p> <p><i>Comma 4</i></p> <p>Sottozona E2bl - Comprende suoli appartenenti alla I, II e III classe di capacità d'uso sviluppati sui depositi alluvionali dell'Olocene e sui depositi alluvionali del Pleistocene superiore, in aree pianeggianti o leggermente depresse o con deboli pendenze e sulle superfici ondulate di raccordo tra i rilievi e la pianura. I suoli sono già interessati da un uso agricolo semi intensivo per la presenza di colture erbacee e, in minor misura, arboree e sono delimitati rispettivamente dalle Unità di Paesaggio D3 ed E2 e, in minor misura, D2 ed E1 esterne al comprensorio irriguo. Si possono riscontrare limitazioni d'uso per la lentezza del drenaggio dei suoli o per un'eccessiva presenza di scheletro. L'attitudine dei suoli ai differenti usi agricoli e zootecnici è complessivamente buona.</p> <p>4.1 Parametri di sottozona:</p> <p>indice di edificabilità territoriale per la residenza agricola pari a 0,03 mc/mq;</p> <p>indice di edificabilità territoriale per i fabbricati strumentali del fondo pari a 0,01 mc/mq;</p> <p>4.2 Qualora per i fabbricati strumentali si richieda l'utilizzo dell'indice di edificabilità di 0,10 mc/mq, occorrerà che l'azienda agraria soddisfi ai requisiti del lotto minimo previsti nell'allegata tabella A;</p> <p>4.3 Per la residenza la superficie minima di intervento è stabilita in ha 1,00;</p> <p>4.4 Per gli impianti serra, orticoli in pieno campo e vivaistici, la superficie minima di intervento è stabilita in ha 0,50;</p>	Per le suddette aree E2bl, gli artt. 46 e 47 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pongono limitazioni alla realizzazione di opere pubbliche quali quelle previste nell'intervento in progetto.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>4.5 Per situazioni di aziende esistenti e consolidate, la misura di riferimento del lotto minimo, relativamente ai soli fabbricati strumentali, è ridotta alla metà dei valori indicati nell'allegata tabella A;</p> <p>4.6 Destinazioni previste:</p> <p>a) Fabbricati ed impianti connessi alla conduzione agricola del fondo;</p> <p>b) Strutture per il recupero terapeutico dei disabili ed in genere del disagio sociale;</p> <p>c) Fabbricati per agriturismo: secondo quanto previsto nell'articolato;</p> <p>d) Allevamenti estensivi, semi-estensivi ed intensivi, (previa adozione di cautele per evitare inquinamenti della falda).</p>	
			E2bII	<p>Are di primaria importanza per la funzione agricolo produttiva, in cui è consentita la presenza degli impianti agro-industriali</p>	No	<p>Art. 46 – Sottozone agricole: classificazioni</p> <p>1. Nel Piano Urbanistico Comunale il territorio extraurbano o spazio rurale viene classificato come segue:</p> <p><i>zone E2bII zone E2bIII aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale, con l'esclusione delle colture di maggiore intensità</i></p> <p>Comma 5</p> <p>5. Sottozona E2bII - Comprende suoli appartenenti alla II, III, IV e VI classe di capacità d'uso sviluppatasi su arenarie, conglomerati e argille dell'Eocene, sui depositi alluvionali del Pleistocene superiore e su trachiti e rioliti del ciclo vulcanico calcoalcalino oligomiocenico in aree da pianeggianti e subpianeggianti a moderatamente inclinate come sulle superfici ondulate di raccordo tra i rilievi e la pianura. I suoli sono già interessati da un uso agricolo semi intensivo o estensivo per la presenza di colture erbacee e, in minor misura, pascoli nudi, arbustati o arborati. Sono delimitati rispettivamente dalle Unità di Paesaggio C1, D2 ed F2 esterne al comprensorio irriguo.</p> <p>Si possono riscontrare limitazioni d'uso per la lentezza del drenaggio dei suoli o per un'eccessiva presenza di scheletro o</p>	<p>Per le suddette aree E2bII, gli artt. 46 e 47 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pongono limitazioni alla realizzazione di opere pubbliche quali quelle previste nell'intervento in progetto.</p>

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>per un debole spessore dei suoli e per un moderato rischio di erosione (U.P. C1 ed F2). L'attitudine dei suoli ai differenti usi agricoli e zootecnici è complessivamente moderata, più scarsa per l'unità F2.</p> <p>5.1 Parametri di sottozona:</p> <ul style="list-style-type: none"> - indice di edificabilità territoriale per la residenza agricola pari a 0,03 mc/mq; - indice di edificabilità territoriale per i fabbricati strumentali del fondo pari a 0,01 mc/mq; <p>5.2 Qualora per i fabbricati strumentali si richieda l'utilizzo dell'indice di edificabilità di 0,10 mc/mq, occorrerà che l'azienda agraria soddisfi ai requisiti del lotto minimo previsti nell'allegata tabella A;</p> <p>5.3 Per la residenza la superficie minima di intervento è stabilita in ha 1,00;</p> <p>5.4 Per gli impianti serricoli, orticoli in pieno campo e vivaistici, la superficie minima di intervento è stabilita in ha 0,50;</p> <p>5.5 Per situazioni di aziende esistenti e consolidate, la misura di riferimento del lotto minimo, relativamente ai soli fabbricati strumentali, è ridotta alla metà dei valori indicati nell'allegata tabella A;</p> <p>5.6 Destinazioni previste:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Fabbricati ed impianti connessi alla conduzione agricola del fondo. b) Strutture per il recupero terapeutico dei disabili ed in genere del disagio sociale. c) Fabbricati per agriturismo: secondo quanto previsto all'Art.39. d) Allevamenti estensivi, semi-estensivi ed intensivi. 	
			E2bIII	Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale, con l'esclusione delle	No	<p>Art. 46 – Sottozone agricole: classificazioni</p> <p>1. Nel Piano Urbanistico Comunale il territorio extraurbano o spazio rurale viene classificato come segue:</p> <p>Sottozona E2bIII. Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale, con l'esclusione delle colture di maggiore intensità;</p>	Per le suddette aree E2bIII, gli artt. 46 e 47 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pongono limitazioni alla realizzazione di opere pubbliche quali quelle previste nell'intervento in progetto.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
				colture di maggiore intensità		<p>Sottozona E2bIII - Comprende suoli appartenenti alla IV e II classe di capacità d'uso sviluppatasi su arenarie, conglomerati e argille dell'Eocene (Formazione del Cixerri), sulle superfici ondulate di raccordo tra i rilievi e la pianura o in aree da subpianeggianti con deboli pendenze e pianeggianti.</p> <p>I suoli sono già interessati da un uso zootecnico ed agricolo per la presenza di pascoli, erbai e seminativi. Sono delimitati dalle Unità di Paesaggio C1 e C2 esterne al comprensorio irriguo.</p> <p>Si possono riscontrare limitazioni d'uso per la lentezza del drenaggio in profondità, o per un moderato pericolo di erosione dove l'acclività è un fattore predisponente per tali processi, pertanto l'attitudine dei suoli ai differenti usi agricoli e zootecnici è complessivamente scarsa.</p> <p>6.1 Parametri di sottozona:</p> <p>indice di edificabilità territoriale per la residenza agricola pari a 0,03 mc/mq;</p> <p>indice di edificabilità territoriale per i fabbricati strumentali del fondo pari a 0,01 mc/mq;</p> <p>6.2 Qualora per i fabbricati strumentali si richieda l'utilizzo dell'indice di edificabilità di 0,10 mc/mq, occorrerà che l'azienda agraria soddisfi ai requisiti del lotto minimo previsti nell'allegata tabella A;</p> <p>6.3 Per la residenza la superficie minima di intervento è stabilita in ha 1,00;</p> <p>6.4 Per gli impianti serra, orticoli in pieno campo e vivaistici, la superficie minima di intervento è stabilita in ha 0,50;</p> <p>6.5 Per situazioni di aziende esistenti e consolidate, la misura di riferimento del lotto minimo, relativamente ai soli fabbricati strumentali, è ridotta alla metà dei valori indicati nell'allegata tabella A;</p> <p>6.6 Destinazioni previste:</p> <p>a) Fabbricati ed impianti connessi alla conduzione agricola del fondo.</p> <p>b) Strutture per il recupero terapeutico dei disabili ed in genere del disagio sociale.</p> <p>c) Fabbricati per agriturismo: secondo quanto previsto all'Art.39.</p>	

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						d) Allevamenti estensivi, semi-estensivi ed intensivi.	
			E5a	<p>Aree marginali per attività agricola, di interesse per l'attività pascolativa e per gli allevamenti ed a tratti per colture erbacee in asciutto, nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale</p>	No	<p>Sottozona E5a - La subzona è costituita dalle unità di paesaggio A3 e B3 comprendente le aree con depositi di versante derivati dalle litologie calcaree e metamorfiche del Paleozoico. Le classi di capacità d'uso sono principalmente la IV e la V. Le limitazioni più severe sono imputabili alla scarsa profondità del suolo, localmente alle pendenze elevate, al pericolo di erosione, all'eccesso di scheletro o di pietrosità.</p> <p>La sottozona è attualmente caratterizzata da un'agricoltura marginale con un uso pascolivo estensivo e con aree ricoperte da formazioni arbustive di degradazione (per tagli ed incendi progressi). Il carattere di marginalità agricola di questi territori è dato, fondamentalmente, dal fatto che eventuali miglioramenti hanno un costo eccessivo e non compensato dai benefici ottenibili.</p> <p>7.1 Parametri di sottozona:</p> <ul style="list-style-type: none"> - indice di edificabilità territoriale per la residenza agricola pari a 0,03 mc/mq; - indice di edificabilità territoriale per i fabbricati strumentali del fondo pari a 0,01 mc/mq; <p>7.2 Qualora per i fabbricati strumentali si richieda l'utilizzo dell'indice di edificabilità di 0,10 mc/mq, occorrerà che l'azienda agraria soddisfi ai requisiti del lotto minimo previsti nell'allegata tabella A;</p> <p>7.3 Per la residenza la superficie minima di intervento è stabilita in ha 1,00;</p> <p>7.4 Per gli impianti sericoli, orticoli in pieno campo e vivaistici, la superficie minima di intervento è stabilita in ha 0,50;</p> <p>7.5 Per situazioni di aziende esistenti e consolidate, la misura di riferimento del lotto minimo, relativamente ai soli fabbricati strumentali, è ridotta alla metà dei valori indicati nell'allegata tabella A;</p>	<p>Per le suddette aree E5a, gli artt. 46 e 47 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pongono limitazioni alla realizzazione di opere pubbliche quali quelle previste nell'intervento in progetto.</p>

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>7.6 Potrà essere possibile l'inserimento programmato di attività agro-forestali finalizzate allo sfruttamento della risorsa "ambiente": aziende agrituristiche, selvicoltura, apicoltura, allevamenti faunistici estensivi di ripopolamento, nei limiti di compatibilità degli aspetti produttivi e con le esigenze della stabilità ambientale.</p> <p>Nelle zone a morfologia più dolce, con pendenze deboli (<10%), i suoli possono essere sottoposti a colture legnose, (vite, olivo, fruttiferi), purché siano garantiti gli interventi per la conservazione del suolo, e colture erbacee, (erbai), con l'introduzione di drenaggi sotterranei necessari per garantire la stabilità dei versanti. Nelle aree a pendenze moderate (<35%) i suoli possono essere utilizzati per il pascolo e la ricostituzione boschiva con specie idonee all'ambiente pedoclimatico, ma sempre con interventi conservativi per la risorsa pedologica.</p> <p>7.7 In funzione delle possibilità geomorfologiche è possibile la realizzazione di laghetti collinari o di vasconi di accumulo d'acqua per scopi irrigui. E' perciò da favorire la continuità dell'utilizzo primario in funzione delle residue attività agricole e della zootecnia, pur soggette ai vincoli di cui sopra.</p> <p>7.8 Le trasformazioni aziendali devono obbligatoriamente prevedere opere di difesa del suolo e le infrastrutture non devono essere in contrasto con il paesaggio e la tutela del territorio.</p> <p>Piano Urbanistico del Comune di Villamassargia approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 23 del 29 agosto 2013 Norme Tecniche di Attuazione Aggiornamento agosto 2013 Pagina 29 di 38</p> <p>7.9 Non è quindi precluso l'utilizzo produttivo delle aree ricadenti in tale ambito, che anzi nasce con lo scopo di favorirlo nella sua dimensione "compatibile", ma occorre evitare che si collochi in un quadro di frazionamento e dispersione; al contrario si favoriranno i processi di accorpamento.</p>	
			G2	Attrezzature assistenziali di importanza comunale o sub-provinciale	No	<p>Art. 48 - Zone G - attrezzature pubbliche di interesse generale</p> <p>1. Ai fini della disciplina dell'uso del suolo sono così classificate le zone destinate alla conservazione, qualificazione o nuovo insediamento di servizi e attrezzature pubbliche di interesse generale a scala comunale e sovracomunale.</p>	Per le suddette aree G, l'art. 48 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pone limitazioni alla realizzazione di opere pubbliche quali quelle previste nell'intervento in progetto.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
Medau Zirimitis partitore e invaso Medau Zilimiris	Siliqua	PUC	HAM	Zona di interesse paesistico e naturalistico	No	Vedasi quanto definito per Ramo Medau Zirimitis - Partitore e vasca di carico-Ponte Murtas	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 21)
			HI	Zona di rispetto lacuale	No	<p>Art. 21 Zone omogenee H</p> <p>ZONA HI (zona di rispetto lacuale)</p> <p>Entro questa zona H deve essere garantita la conservazione integrale dei singoli caratteri naturalistici, storici, morfologici e dei rispettivi insiemi, non sono ammesse alterazioni allo stato attuale dei luoghi e sono consentiti, previa autorizzazione di cui all'ex art. 7 della L. 1497/39 ora Decreto Legislativo 22 Gennaio 2004 n°42 sostituito dal T.U. i soli interventi volti alla conservazione, difesa, ripristino, restauro e fruizione della risorsa, e in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - attività scientifiche, comprendenti l'insieme delle attività finalizzate allo studio, controllo e conservazione delle risorse ambientali; - fruizione naturalistica, comprendente l'insieme di attività di fruizione dell'ambiente a fini didattici e ricreativi, con eventuale realizzazione di infrastrutture leggere (sentieri natura, segnaletica) o strutture leggere di supporto (capanni di osservazione e per la sola somministrazione di bevande e alimenti, ecc.), aree belvedere e postazioni naturalistiche; - fruizione culturale, comprendente l'insieme delle attività legate all'uso dei monumenti, zone archeologiche e beni culturali i genere, con eventuale realizzazione di infrastrutture e strutture leggere finalizzate alla conservazione del bene; - opere di difesa e ripristino ambientale in presenza di alterazioni o manomissioni di origine antropica; - il recupero di strutture esistenti con le tipologie originarie; - l'apertura e la sistemazione delle piste forestali strettamente necessarie alla gestione del bene; - l'installazione di tralicci, antenne e strutture simili se necessari per la salvaguardia delle risorse naturali; - gli interventi volti alla difesa del suolo sotto l'aspetto 	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 21)

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						idrogeologico; - <u>interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche o di preminente interesse pubblico</u> In questa zona H è prescritto l'indice territoriale massimo di 0,001 mc/mq con possibilità di deroga ai sensi dell'art.16 della legge 06/08/1967 n.765, limitatamente ad edifici attrezzature ed impianti pubblici.	
Ramo Bau Pressiu – Monte Pranu	Narcao	PUC	E2	Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva	No	Art. 29- Le sottozone agricole 1) Ai fini delle presenti norme sono definite zone E agricole le parti del territorio destinate all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, alle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, ai punti di ristoro (turismo rurale), alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno. 2) Nello spazio rurale del Comune di Narcao sono presenti le seguenti zone E agricole: E2) aree di primaria importanza per la funzione agricolo produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni; la sottozona E2 è da considerarsi ambito di tutela di grado "2". E5) aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale (zone da destinarsi ad un uso agrario e zootecnico non intensivo). Art. 31 - Indici di edificazione nelle sottozone agricole 1) Il presente articolo definisce gli indici consentiti nelle sottozone E agricole. 2) Nelle zone E2 sono ammessi i seguenti indici edificatori: <ul style="list-style-type: none"> — per i fabbricati di cui all'Art. 30 comma 1 lettera a): 0,10 mc/mq; — per i fabbricati agrituristici e turistico rurali di cui all'Art. 30 comma 1 lettera b) come normato agli artt. 32 e 33 successivi: 0,03 mc/mq; — per le residenze : 0,03 mc/mq; 	In queste aree gli artt. dal 29 al 37 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pongono limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<ul style="list-style-type: none"> — per i fabbricati di cui all'Art. 30 comma 1 lettera c) : 0,02 mc/mq; — per i fabbricati di cui all'Art. 30 comma 1 lettera d) : 0,10 mc/mq. <p>Nelle zone E2, ai fini edificatori la superficie minima di intervento è stabilita in ha 1,00, salvo per quanto riguarda la destinazione a impianti terricoli, impianti orticoli in pieno campo e impianti vivaistici, per i quali è stabilita in ha 0,50.</p> <p>Per le residenze la superficie minima di intervento è di ha 1,00. Al fine del raggiungimento di detta superficie minima è possibile utilizzare anche appezzamenti non contigui che siano comunque al servizio dell'azienda, con le seguenti modalità:</p> <p>a) Entro i 1'000 (mille) metri dal perimetro urbano nel caso in cui la maggior parte dell'azienda agricola ricada entro tale fascia;</p> <p>b) Oltre i 1'000 (mille) metri dal perimetro urbano, nel caso contrario.</p>	
			E5	Aree marginali per l'attività agricola	No	<p>Art. 30- Criteri per l'edificazione nelle zone agricole</p> <p>1) Nelle zone "E" del territorio di Narcao sono ammesse le seguenti costruzioni:</p> <p>a) fabbricati ed impianti connessi con la conduzione agricola e zootecnica del fondo (ivi comprese le residenze del conduttore del fondo), alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali ;</p> <p>b) fabbricati per agriturismo;</p> <p>c) fabbricati funzionali alla conduzione e gestione dei boschi e degli impianti arborei industriali (forestazione produttiva);</p> <p>d) strutture per il recupero terapeutico dei disabili, dei tossico dipendenti, e per il recupero del disagio sociale.</p> <p>e) impianti di interesse pubblico, quali cabine Enel, ponti radio, etc.</p> <p>2) Gli indici massimi da applicabili nelle zone agricole sono i</p>	In queste aree gli artt. dal 29 al 37 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pongono limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						seguenti: - 0,20 mc/mq per i fabbricati di cui alla lett. a) del precedente comma; - come normato all'Art.32 per quelli di cui alla lettera b) del precedente comma; - 0,03 mc/mq per le residenze; - 0,01 mc/mq per i fabbricati di cui alla lett. c) del precedente comma; - fino a 0,10 mc/mq per le strutture di cui alla lett. d) del precedente comma.	
	Nuxis	PdF	E	Verde Agricolo	No	Art 13– Zone E – Verde agricolo Si considerano zone agricole le parti del territorio destinate ad usi agricoli, compresi gli edifici, le attrezzature e gli impianti connessi al settore agro-pastorale e a quello della pesca ed alla valorizzazione dei loro prodotti. L'indice fondiario massimo è stabilito in: - 0,03 mc/mq per le residenze; - 0,20 mc/mq per le opere connesse all'esercizio di attività di stretta pertinenza aziendale.	In queste aree l'art. 13 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.
	Tratalias	PdF	E1	Agricola irrigua	Sistema di Pompaggio-turbinaggio Monte Pranu e Campo fotovoltaico	Art. 15 – Zona E – Agricola Tale parte del territorio è caratterizzata, per quanto riguarda la pianura, da terreni di notevolissime caratteristiche agricole e suscettibili di interventi specializzati data la loro inclusione nei distretti irrigui di competenza del Consorzio di Bonifica del Basso Sulcis. D'altro canto la vicinanza degli stessi terreni al Centro abitato e la presenza dei "Medaus" rende improbabile e controproducente la realizzazione di residenze stabili nel fondo. Per i terreni in collina, caratterizzati da maggiore povertà strutturale e da nessuna coltura specifica, è ugualmente improbabile l'insediamento stabile per la conduzione del fondo. Di conseguenza l'edificazione agricola di tipo residenziale stabile è possibile e consigliata nelle aree conteminate ai "Medaus" a tal fine individuate, secondo la normativa specifica della sotto zona E1, <u>mentre risulta normalmente non ammessa, se non previa</u>	L'opera rientra tra gli impianti pubblici di carattere diverso da quello agricolo normalmente non ammessi se non previa deliberazione del consiglio comunale. Per essere conforme, pertanto, la localizzazione dell'impianto deve essere formalmente disposta da una deliberazione di consiglio comunale.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>conforme deliberazione del Consiglio Comunale, nelle altre parti del territorio, la costruzione di strutture residenziali non strettamente connesse con l'attività agricola, ne di attrezzature, impianti privati o impianti pubblici di carattere diverso da quello agricolo.</p>	
			F	Turistica	No	<p>Art. 18 - ZONA F – Turistica In tali zone ricadono quelle parti del territorio situate ai margini dell'invaso di Monti Pranu nelle quali potranno essere attuati, ad opera del Comune, di Enti Pubblici, d imprenditori privati, interventi per la realizzazione di attrezzature di interesse turistico per il godimento delle bellezze naturali del luogo e per l' eventuale sviluppo di attività sportive e ricreative (pesca,attività nautiche nell'invaso ecc.) . Per ciò che riguarda la normativa per l'utilizzazione delle zone F si rimanda allo studio di disciplina che sarà lo obbligatorio completamento del Piano di Fabbricazione.</p>	In queste aree l'art. 18 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.
			H4	Vincolo paesaggistico	No	<p>Art. 21 - ZONA H Comma d SOTTOZONA H4 - Vincolo paesaggistico Per tale zona che per la sua amenità e bellezza si ritiene meritevole di tutela, è prescritto l'indice territoriale massimo di 0,001 mc/mq.</p>	L'art. 21 delle NTA non pone limitazioni alla realizzazione delle opere in progetto.
	Villaperuccio	PdF	E	Agricola	No	<p>Art. 13 ZONA E - AGRICOLA Ai fini delle presenti norme sono definite zone agricole le parti del territorio destinate all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnia, all'itticoltura, alle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno. <u>Criteria per l'edificazione</u> Nelle zone agricole sono ammesse le seguenti costruzioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fabbricati ed impianti connessi alla conduzione agricola e zootecnica del fondo, all'itticoltura, alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali, con esclusione degli impianti classificabili come industriali; - fabbricati per agriturismo; 	L'art. 13 delle NTA non pone limitazioni alla realizzazione delle opere in progetto.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<ul style="list-style-type: none"> - fabbricati funzionali alla conduzione e gestione dei boschi e degli impianti arborei industriali (forestazione produttiva); - strutture per il recupero terapeutico dei disabili, dei tossico dipendenti, e per il recupero del disagio sociale. - impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, impianti per la produzione di energia elettrica alternativa, ripetitori e simili, che dovranno avere le dimensioni minime necessarie per lo specifico utilizzo. - insediamenti di tipo agro-industriale, nelle zone appositamente individuate 	
Ramo Cixerri-Medau Zirimilis	Decimomannu	PUC	E2	Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva	No	<p><u>Art.13 – ZONA "E"</u> E2 – aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni.</p> <p>Fermo restando che qualsiasi intervento proposto deve essere supportato da una relazione sottoscritta da un tecnico abilitato che ne dimostri la compatibilità con le caratteristiche della sottozona interessata, in generale in tutte le sottozone sono ammessi i seguenti tipi di costruzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fabbricati e impianti connessi alla conduzione agricola e zootecnica dei fondi, all'orticoltura, alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali con l'esclusione degli impianti che per la loro dimensione e importanza sono classificabili come industriali; - fabbricati per agriturismo; - fabbricati funzionali alla conduzione e gestione dei fondi e degli impianti arborei industriali (forestazione produttiva); - fabbricati per il recupero terapeutico dei disabili, dei tossicodipendenti e per il recupero del disagio sociale; - <u>fabbricati ed impianti di carattere particolare che per la loro natura non possono essere localizzati in altre zone omogenee, con deliberazione del Consiglio Comunale;</u> 	Per queste zone l'art. 13 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<ul style="list-style-type: none"> - fabbricati ed impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili, con deliberazione del Consiglio Comunale; - fabbricati ed impianti destinati alla preparazione ed alla vendita di terra per giardinaggio ed uso agricolo; - fabbricati ed impianti destinati allo stoccaggio, al taglio ed alla vendita di legna da ardere, anche quando la materia prima non proviene da produzione propria dell'azienda 	
			E5	Aree marginali per l'attività agricola	No	Art.13 – ZONA "E" E5 – aree marginali per l'attività agricola nelle quali è necessario mantenere la stabilità ambientale. Vedasi punto precedente	Per queste zone l'art. 13 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.
	Siliqua	PUC	E5a	Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale	No	Vedasi punti precedenti	Per queste zone l'art. 13 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.
			HAM	Zona di interesse paesistico e naturalistico	No	Vedasi punti precedenti	Per queste zone l'art. 13 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.
	Uta	PUC	E1.2a	Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata	No	ART. 8 - POTERI DI DEROGA L'Amministrazione comunale può esercitare la deroga sulle norme del P.U.C. e su quella del regolamento edilizio limitatamente ai casi di edifici ed impianti pubblici o di interesse pubblico e sempre con l'osservanza dell'art. 3 della legge N. 1357 del 21/12/1955. La deroga può estendersi all'indice di fabbricabilità soltanto quando si tratti di edifici dei quali rimanga immutata la funzione.	Le norme tecniche di attuazione del PUC non pongono limitazioni di opere quali quelle previste in progetto.
			E5.2a	Aree marginali per l'attività agricola	Partitore di Zirimilis Stazione di sollevamento di Medau		L'opera è valutata compatibile con il Piano in quanto rientra tra gli edifici e impianti pubblici o di interesse pubblico per i quali il piano prevede poteri di deroga. Pertanto, per essere conforme

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
					<i>Cixerri</i>	In ogni caso la deroga deve essere concessa previa stipula di apposita convenzione da approvarsi in Consiglio Comunale con la quale viene assicurato il rispetto nel tempo della destinazione dell'immobile per uso pubblico.	ci deve essere un espresso provvedimento di deroga concesso a seguito di stipula di apposita convenzione, da approvarsi con consiglio comunale, con la quale viene assicurato il rispetto nel tempo della destinazione dell'immobile per uso pubblico.
	Villaspeciosa	PUC	E	Agricola	No	<p>Art. 13</p> Le parti del territorio comunale classificate zone "E", sono destinate ad uso agricolo e quelle con edifici, attrezzature ed impianti connessi al settore di produzione primario ed alla valorizzazione dei loro prodotti.	L'art. 13 delle NTA non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.
			H	Salvaguardia	No	<p>Art. 15 - Zone H</p> Le zone del territorio comunale denominate H, sono quelle che rivestono un interesse archeologico, paesaggistico o di particolare importanza per la collettività. In esse è prescritto l'indice territoriale massimo di 0,001 con possibilità di deroga, ai sensi dell'art. 16 della L.n.6/8/1967 N. 765 per edifici, attrezzature ed impianti pubblica	L'art. 15 delle NTA non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.
Ramo Medau Zirimilis – Bau Pressiu	Siliqua	PUC	HAM	Zona di interesse paesistico e naturalistico	Serbatoio/Vasca di carico Medau Zirimilis	Art. 21 Zone omogenee H ZONA HAM (zona di interesse paesistico e naturalistico) Entro questa zona H deve essere garantita la conservazione integrale dei singoli caratteri naturalistici, storici, morfologici e dei rispettivi insiemi, non sono ammesse alterazioni allo stato attuale dei luoghi e sono consentiti, previa autorizzazione di cui al T.U. (Decreto Legislativo 22 Gennaio 2004 n°42), i soli interventi volti alla conservazione, difesa, ripristino, restauro e fruizione della risorsa, e in particolare: <ul style="list-style-type: none"> - attività scientifiche, comprendenti l'insieme delle attività finalizzate allo studio, controllo e conservazione delle risorse ambientali; - fruizione naturalistica, comprendente l'insieme di attività di fruizione dell'ambiente a fini didattici e ricreativi, con eventuale realizzazione di infrastrutture 	L'opera è valutata compatibile con il Piano in quanto rientra tra gli interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche o di preminente interesse pubblico. In relazione al superamento dell'indice territoriale massimo di 0,01 mc/mq previsto dalle NTA, è necessario l'ottenimento di un permesso di costruire in deroga (ai sensi dell'art. 14 del DPR 320/2001) dallo strumento urbanistico, rilasciato previa deliberazione del consiglio.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>leggere (sentieri natura, segnaletica) o strutture leggere di supporto (capanni di osservazione e per la sola somministrazione di bevande e alimenti, ecc.), aree belvedere e postazioni naturalistiche;</p> <ul style="list-style-type: none"> - fruizione culturale, comprendente l'insieme delle attività legate all'uso dei monumenti, zone archeologiche e beni culturali i genere, con eventuale realizzazione di infrastrutture e strutture leggere finalizzate alla conservazione del bene; - opere di difesa e ripristino ambientale in presenza di alterazioni o manomissioni di origine antropica; - il recupero di strutture esistenti con le tipologie originarie; - l'apertura e la sistemazione delle piste forestali strettamente necessarie alla gestione del bene; - l'installazione di tralicci, antenne e strutture simili se necessari per la salvaguardia delle risorse naturali; - gli interventi volti alla difesa del suolo sotto l'aspetto idrogeologico; - Interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche o di preminente interesse pubblico <p>In questa zona H è prescritto l'indice territoriale massimo di 0,001 mc/mq con possibilità di deroga ai sensi dell'art.16 della legge 06/08/1967 n.765, limitatamente ad edifici attrezzature ed impianti pubblici</p>	
Ramo Medau Zirimilis – Bau Pressiu (alternativa A1.1b)	Narcao	PUC	E2	Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva	No	<p>Art. 29- Le sottozone agricole Vedasi punti precedenti</p>	In queste aree gli artt. dal 29 al 37 delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC, non pongono limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.
	Nuxis	PdF	E	Verde Agricolo	No	<p>Art. 13 Zone E – Verde agricolo</p> <p>Si considerano zone agricole le parti del territorio destinate a usi agricoli, compresi gli edifici, le attrezzature e gli impianti connessi al settore agro-pastorale e a quello della pesca ed alla valorizzazione dei prodotti.</p>	L'art. 13 delle NTA non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						L'indice massimo è stabilito in : <ul style="list-style-type: none"> - 0,03 mc/mq per le residenze; - 0,20 mc/mq per le opere connesse all'esercizio di attività agricole e zootecniche di stretta pertinenza aziendale 	
			G	Servizi generali	No	<p style="text-align: center;">Art. 14 Zone G – Servizi Generali</p> Interessano le parti del territorio destinate ad edifici, attrezzature ed impianti di interesse generale, quali l'istruzione secondaria superiore, musei, parchi comunali, ospedali, depuratori, impianti di potabilizzazione, inceneritori o simili. L'indice di fabbricabilità fondiario non potrà superare i 2,00 mc/mq	L'art. 14 delle NTA non pone limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto.
	Siliqua	PUC	E5a	Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale	No	<p>Art 24: Individuazione delle sottozone agricole <u>ZONE E5a (zona agricola marginale)</u> aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale.</p> <p>Art. 25 : Criteri per l'edificazione nelle zone agricole (art.3 del D.P.GR. n°228 del 03.08.1994 e art.4 del D.A. n°2266/u 1983</p> <p>Vedasi punti precedenti</p>	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 24; 25)

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
			E5f	Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale	Si Vasca di carico Campanasssa	<p>Art 24: Individuazione delle sottozone agricole</p> <p>ZONE E5F</p> <p>Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale.</p> <p>Art. 25 : Criteri per l'edificazione nelle zone agricole (art.3 del D.P.GR. n°228 del 03.08.1994 e art.4 del D.A. n°2266/u 1983</p> <p>1. Entro il territorio del Comune di Siliqua sono ammessi i seguenti indici massimi di edificabilità relativi alle strutture sotto indicate:</p> <p>a) fabbricazione ed impianti connessi alla conduzione agricola e zootecnica del fondo, all'orticoltura, alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali, con esclusione degli impianti classificabili come industriali. <i>Indice di edificabilità fino a 0,20 mc/mq;</i></p> <p>b) fabbricati per agriturismo, così come normati al successivo art. 27;</p> <p>c) fabbricati funzionali alla conduzione e gestione dei boschi e degli impianti arborei industriali (forestazione produttiva). <i>Indice di edificabilità fino a 0,01 mc/mq;</i></p> <p>d) strutture per il recupero terapeutico dei disabili, dei tossicodipendenti, e per il recupero del disagio sociale. <i>Indice di edificabilità: fino a 0,10 mc/mq;</i></p> <p>e) residenze connesse alla conduzione dei fondi. <i>Indice di edificabilità: fino a 0,03 mc/mq;</i></p> <p>f) impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili. <i>Indice di edificabilità 1,00 mc/mq;</i></p> <p>Sono inoltre ammessi i seguenti interventi:</p> <p>g) Attrezzature ed impianti particolari che per le loro caratteristiche non possono essere localizzati in altre zone (ad esempio piccoli depositi per lo stoccaggio provvisorio del GPL, centraline per il</p>	<p>L'opera è valutata compatibile con il Piano in quanto rientra tra gli interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche o di preminente interesse pubblico consentite in zona Hi.</p> <p>In relazione al superamento dell'indice territoriale massimo di 0,001 mc/mq previsto dalle NTA, è necessario l'ottenimento di un permesso di costruire in deroga (ai sensi dell'art. 14 del DPR 320/2001) dallo strumento urbanistico, rilasciato previa deliberazione del consiglio</p>

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>rilevamento dei dati atmosferici ,ecc.);</p> <p><i>h) l'installazione di manufatti precari realizzati con strutture in materiale leggero semplicemente appoggiati a terra, per le quali sono consentite unicamente le opere di ancoraggio, e che non comportino alcuna modificazione dello stato dei luoghi. L'installazione potrà essere realizzata, previa richieste di concessione/autorizzazione edilizia o D.I.A. (per le specifiche tecniche vedere i dettami dell'art. 23 commi 12 e 12 bis del Regolamento edilizio).</i></p>	
			HI	Zona di rispetto lacuale	<p>Si</p> <p>Pozzetto Partitore A Bau Pressiu</p> <p>Pozzetto Partitore B Bau Pressiu</p>	<p>Art 24: Individuazione delle sottozone agricole <u>ZONE E5a (zona agricola marginale)</u> aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale.</p> <p>Art. 25 : Criteri per l'edificazione nelle zone agricole (art.3 del D.P.GR. n°228 del 03.08.1994 e art.4 del D.A. n°2266/u 1983</p> <p>Vedasi punti precedenti</p>	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 24; 25)
Ramo Medau Zirimilis – Bau Pressiu (alternativa A1.1d)	Nuxis	pdf	E	Verde Agricolo	<p>Si</p> <p>Opere di emissione e di presa di Bau Pressiu</p>	<p>Art. 9</p> <p>Attività e costruzioni nelle diverse zone</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Le diverse zone devono comprendere le attività per le medesime indicate. 2. Le varie zone, a loro volta, sono divise secondo le diverse densità territoriali, cosicché ognuna di esse avrà particolari tipi edilizi. 3. Possono essere esercitati i poteri di deroga limitatamente ai casi di edifici di interesse pubblico, sempre con l'osservazione dell'art. 16 della legge 06.08.1967 n. 765. 	L'opera è valutata compatibile con il Piano in quanto riconducibile alle fattispecie di cui all'art. 9 comma 3
	Siliqua	puc	E5a	Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di	No	<p>Art 24: Individuazione delle sottozone agricole <u>ZONE E5a (zona agricola marginale)</u> aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale.</p>	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 24; 25)

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
				garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale		Art. 25 : Criteri per l'edificazione nelle zone agricole (art.3 del D.P.GR. n°228 del 03.08.1994 e art.4 del D.A. n°2266/u 1983 Vedasi punti precedenti	
			E5f	Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale	No	Art 24: Individuazione delle sottozone agricole ZONE E5a (zona agricola marginale) aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale. Art. 25 : Criteri per l'edificazione nelle zone agricole (art.3 del D.P.GR. n°228 del 03.08.1994 e art.4 del D.A. n°2266/u 1983 Vedasi punti precedenti	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 24; 25)
			HAM	Zona di interesse paesistico e naturalistico	No	Art. 21 Zone omogenee H ZONA HAM (zona di interesse paesistico e naturalistico) Vedasi punti precedenti	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 21)
			HI	Zona di rispetto lacuale	No	Art. 21 Zone omogenee H ZONA HI (zona di rispetto lacuale) Vedasi punti precedenti	Non sono previste limitazioni alla realizzazione di opere quali quelle previste nell'intervento in progetto (art. 21)
			HI	Zona di rispetto lacuale	Centrale idroelettrica Bau Pressiu (d)	Art. 21 Zone omogenee H ZONA HI (zona di rispetto lacuale) Entro questa zona H deve essere garantita la conservazione integrale dei singoli caratteri naturalistici, storici, morfologici e dei rispettivi insiemi, non sono ammesse alterazioni allo stato attuale dei luoghi e sono consentiti, previa autorizzazione di cui all'ex art. 7 della L. 1497/39 ora Decreto Legislativo 22 Gennaio 2004 n°42 sostituito dal T.U. i soli interventi volti alla conservazione, difesa, ripristino, restauro e fruizione della risorsa, e in particolare: - attività scientifiche, comprendenti l'insieme delle attività finalizzate allo studio, controllo e conservazione delle	L'opera, trattandosi di interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche o di preminente interesse pubblico, è valutata compatibile con il Piano. In relazione al superamento dell'indice territoriale massimo di 0,001 mc/mq previsto dalle NTA, è necessario l'ottenimento di un permesso di costruire in deroga (ai sensi dell'art. 14 del DPR 320/2001) dallo strumento urbanistico, rilasciato previa deliberazione del

RAMO	COMUNE	PIANO	COD. ZONA	ZONA URBANISTICA	Opere puntuali	Disciplina	Valutazione di compatibilità urbanistica
						<p>risorse ambientali;</p> <ul style="list-style-type: none"> - fruizione naturalistica, comprendente l'insieme di attività di fruizione dell'ambiente a fini didattici e ricreativi, con eventuale realizzazione di infrastrutture leggere (sentieri natura, segnaletica) o strutture leggere di supporto (capanni di osservazione e per la sola somministrazione di bevande e alimenti, ecc.), aree belvedere e postazioni naturalistiche; - fruizione culturale, comprendente l'insieme delle attività legate all'uso dei monumenti, zone archeologiche e beni culturali i genere, con eventuale realizzazione di infrastrutture e strutture leggere finalizzate alla conservazione del bene; - opere di difesa e ripristino ambientale in presenza di alterazioni o manomissioni di origine antropica; - il recupero di strutture esistenti con le tipologie originarie; - l'apertura e la sistemazione delle piste forestali strettamente necessarie alla gestione del bene; - l'installazione di tralicci, antenne e strutture simili se necessari per la salvaguardia delle risorse naturali; - gli interventi volti alla difesa del suolo sotto l'aspetto idrogeologico; - <u>interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche o di preminente interesse pubblico</u> <p><u>In questa zona H è prescritto l'indice territoriale massimo di 0,001 mc/mq con possibilità di deroga ai sensi dell'art.16 della legge 06/08/1967 n.765, limitatamente ad edifici attrezzature ed impianti pubblici.</u></p>	<p>consiglio</p>

Sintesi della Verifica di Conformità Urbanistica

L'analisi condotta ha verificato la compatibilità di tutte le opere rispetto agli strumenti urbanistici vigenti nei territori comunali interessati dagli interventi.

Di seguito viene rappresentata una tabella sintetica contenente gli esiti della verifica di compatibilità urbanistica.

OPERA	COMUNE	ZONA PUC	ALLEGATO NORME DI ATTUAZIONE DEL PUC	INDICAZIONE NORME DI ATTUAZIONE DEL PUC
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO MEDAU ZIRIMILIS	SILIQUA	E5a	ART 25, lett. F	<p><i>Entro il territorio del comune di Siliqua sono ammessi i seguenti indici massimi di edificabilità relativi alle strutture sotto indicate: ... Impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili...</i></p>
				<p>OPERA COMPATIBILE CON IL PIANO</p> <p>L'intervento prevede una cubatura di circa 8.000 mc e un indice di edificabilità di circa 5 mc/mq superiore a quanto previsto per gli interventi di cui all'art. 25, co.1, lett. f delle NTA.</p> <p>Perché l'opera possa essere conforme allo strumento urbanistico è necessario l'ottenimento di un permesso di costruire in deroga (ai sensi dell'art. 14 del DPR 320/2001) dallo strumento urbanistico, che dovrà essere conforme con quanto stabilito nell'art. 25, co.1 delle NTA dello strumento urbanistico vigente.</p>
VASCA DI CARICO DI MEDAU ZIRIMILIS	SILIQUA	Ham	ART 21, Ham	<p><i>Entro questa zona H... Sono consentiti, previa autorizzazione di cui al T.U. (Decreto Legislativo 22,01,2004 n 42) i soli interventi volti alla conservazione, difesa, ripristino, restauro e fruizione della risorsa, e in particolare:..... interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche i di preminente interesse pubblico...</i></p>
				<p>OPERA COMPATIBILE CON IL PIANO</p> <p>L'opera rientra tra le opere pubbliche consentite in zona H. In relazione al superamento dell' indice territoriale massimo di 0,01 mc/mq previsto dalle NTA, è necessario l'ottenimento di un permesso di</p>

OPERA	COMUNE	ZONA PUC	ALLEGATO NORME DI ATTUAZIONE DEL PUC	INDICAZIONE NORME DI ATTUAZIONE DEL PUC
				costruire in deroga (ai sensi dell'art. 14 del DPR 320/2001) dallo strumento urbanistico, rilasciato previa deliberazione del consiglio.
VASCA DI CAMPANASSISSA	SILIQUA	E5f	ART 25, lett. F	<p><i>Entro il territorio del comune di Siliqua sono ammessi i seguenti indici massimi di edificabilità relativi alle strutture sotto indicate:.... Impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili..</i></p> <p>OPERA COMPATIBILE CON IL PIANO</p>
CENTRALE IDROELETTRICA DI BAU PRESSIU	SILIQUA	Hi	ART 21, zona HI	<p><i>Entro questa zona ...soli interventi volti alla conservazione, difesa, ripristino, restauro e fruizione della risorsa, e in particolare:interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche o di preminente interesse pubblico.</i></p> <p>OPERA COMPATIBILE CON IL PIANO</p> <p>L'opera rientra tra gli interventi connessi alla realizzazione di opere pubbliche o di preminente interesse pubblico consentite in zona Hi.</p> <p>In relazione al superamento dell'indice territoriale massimo di 0,001 mc/mq previsto dalle NTA, è necessario l'ottenimento di un permesso di costruire in deroga (ai sensi dell'art. 14 del DPR 320/2001) dallo strumento urbanistico, rilasciato previa deliberazione del consiglio</p>
OPERA DI IMMISSIONE/PRESA BAU PRESSIU	NUXIS	E	ART 9, Comma 3	<p><i>Possono essere esercitati i poteri di deroga limitatamente ai casi di edifici di interesse pubblico, sempre con l'osservazione dell'art. 16 della Legge 06.08.1967 n 765</i></p> <p>OPERA COMPATIBILE CON IL PIANO</p> <p>L'opera rientra tra gli edifici di interesse pubblico per i quali il piano prevede poteri di deroga. Pertanto, per essere conforme, è necessario l'ottenimento di un permesso di costruire in deroga (ai sensi dell'art. 14 del DPR 320/2001) dallo</p>

OPERA	COMUNE	ZONA PUC	ALLEGATO NORME DI ATTUAZIONE DEL PUC	INDICAZIONE NORME DI ATTUAZIONE DEL PUC
				strumento urbanistico, rilasciato previa deliberazione del consiglio
CENTRALE TURBIBAGGIO/POMPAGGIO CAMPO FOTOVOLTAICO	TRATALIAS	E1	ART 15, ultimo capoverso	<p><i>Di conseguenza l'edificazione agricola....., mentre risulta normalmente non ammessa, se non previa conforme deliberazione del consiglio comunale,.....impianti pubblici di carattere diverso da quello agricol.</i></p> <p>OPERA COMPATIBILE CON IL PIANO¹</p> <p>L'opera rientra tra gli impianti pubblici di carattere diverso da quello agricolo normalmente non ammessi se non previa deliberazione del consiglio comunale. Per essere conforme, pertanto, la localizzazione dell'impianto deve essere formalmente disposta da una deliberazione di consiglio comunale.</p>
PARTITORE ZIRIMILIS/STAZIONE DI SOLLEVAMENTO CIXERRI	MEDAU UTA	E5.2a	ART 8	<p><i>L'amministrazione comunale può esercitare la deroga sulle norme del PUC e su quella del regolamento edilizio limitatamente ai casi di edifici ed impianti pubblici o di interesse pubblico o sempre con l'osservanza dell'art. 3 della Legge n 1357 del 21/12/1995</i></p> <p>OPERA COMPATIBILE CON IL PIANO</p> <p>L'opera rientra tra gli edifici e impianti pubblici o di interesse pubblico per i quali il piano prevede poteri di deroga. Pertanto, per essere conforme ci deve essere un espresso provvedimento di deroga concesso a seguito di stipula di apposita convenzione, da approvarsi con consiglio comunale, con la quale viene assicurato il rispetto nel tempo della destinazione dell'immobile per uso pubblico.</p>

¹ L'autorizzazione Unica di cui al Dlgs 387/2003 è obbligatoria in quanto trattasi di impianto a energia rinnovabile. Ai sensi dell'art 12, comma 3 l'Autorizzazione Unica costituisce variante allo strumento urbanistico

5 ARCHEOLOGIA

Secondo la normativa vigente in materia di archeologia preventiva ai sensi dell'art. 25 del Dlgs 50/2016, è stato necessario ottemperare, in un arco di tempo compreso tra i mesi di settembre e dicembre 2017, alla predisposizione del documento di valutazione archeologica preventiva, contenente l'esito delle indagini archeologiche preliminari, con particolare attenzione ai dati di archivio e bibliografici reperibili, all'esito delle ricognizioni volte al controllo sistematico dei terreni finalizzato all'individuazione e alla localizzazione puntuale delle tracce di frequentazione antica, alla lettura della geomorfologia del territorio, nonché alle fotointerpretazioni.

Dall'analisi del documento risulta che allo stato attuale delle conoscenze, generalmente l'area dell'opera non risulta interferire direttamente con contesti archeologici.

La verifica e l'interpretazione della documentazione fotografica aerea non hanno evidenziato anomalie significative.

Sull'area oggetto d'indagine sono state effettuate le ricognizioni sul campo, condotte in maniera sistematica estensiva attraverso l'esplorazione di tutte le superfici disponibili ed accessibili.

Sulla base delle valutazioni, è stato attribuito generalmente all'area interessata dalle opere un RISCHIO ARCHEOLOGICO BASSO caratterizzato da scarsa presenza di rinvenimenti archeologici; assenza di toponimi significativi; situazioni paleoambientali difficili o non favorevoli all'insediamento; aree ad alta urbanizzazione moderna.

Solo nei territori comunali di Tratalias e Uta è stato attribuito un RISCHIO ARCHEOLOGICO MEDIO, in quanto caratterizzati dalla presenza di rinvenimenti archeologici lontani dall'area di Progetto, con favorevole condizione paleoambientale e geomorfologica; presenza di toponimi significativi; aree con bassa densità abitativa moderna.

6 CENSIMENTO DELLE INTERFERENZE

Le opere in progetto ricadono in aree ricomprese all'interno della Città Metropolitana di Cagliari e nella provincia del Sud Sardegna, attraversando i territori comunali di Uta, Decimomannu, Villaspeciosa, Siliqua, Villaperuccio, Narcao, Villamassargia, Tratalias, Domusnovas, Musei, Nuxis, Iglesias; sono presenti numerose interferenze con arterie di varie categorie, corsi d'acqua, e sottoservizi esistenti. Le interferenze censite sono indicate nell'allegato "Planimetria con individuazione delle interferenze" a cui si rimanda.

Gli Enti Gestori di infrastrutture anche solo potenzialmente interferenti con le opere in progetto sono elencati nel seguito.

Infrastrutture viarie/ferroviarie

- ANAS (Strade Statali)

- Provincia del Sud Sardegna - Servizio Viabilità (Strade Provinciali);
- Città Metropolitana di Cagliari - Servizio viabilità (Strade Provinciali);
- Comuni di Uta, Decimomannu, Villaspeciosa, Siliqua, Villaperuccio, Narcao, Tratalias, Nuxis, Iglesias (Strade comunali);
- Arst SpA (ex Ferrovie FdS);
- RFI (Rete Ferroviaria Italiana).

Corsi d'acqua

- Servizio territoriale opere idrauliche di Cagliari (STOICA) – ex Genio Civile;
- Agenzia regionale del Distretto Idrografico della Sardegna.

Opere/strutture di trasporto acqua (acquedotti, condotte, canali, potabilizzatori, ...)

- Consorzio di Bonifica Sardegna Meridionale;
- Servizio Dighe;
- Abbanoa SpA;
- Enas.

Altre infrastrutture/sottoservizi

- Consorzio Industriale Sulcis Iglesiente;
- Telecom Italia;
- Enel Distribuzione;
- Terna;
- Wind Infostrada;
- Fastweb;
- Tiscali;
- Vodafone.

Si fa presente che gli Enti sopra riportati, che potranno indicare ulteriori interferenze con le infrastrutture di propria competenza, saranno interpellati direttamente da Enas.

Si rileva inoltre che nell'area interessata dalle opere in progetto non sono presenti metanodotti.

7 ESPROPRI

Le opere di progetto interessano prevalentemente aree private, che pertanto devono essere espropriate o assoggettate a servitù.

Gli espropri sono previsti per le aree interessate da opere puntuali e manufatti in generale, mentre gli asservimenti saranno previsti lungo il tracciato dell'acquedotto.

E' previsto l'esproprio per le aree interessate dalle seguenti opere puntuali e dalla relativa viabilità di accesso:

- Stazione di sollevamento Cixerri;
- Partitore Medau Zirimilis;
- Vasca di carico Medau Zirimilis;
- Stazione di sollevamento di Medau Zirimilis;
- Vasca di carico Campanasissa;
- Opere di immissione e presa lago Bau Pressiu;
- Sistema di pompaggio turbinaggio Monte Pranu e opere di collegamento;
- Campo fotovoltaico (Monte Pranu).

Le indagini di mercato eseguite nella zona interessate dai lavori hanno permesso di individuare il più probabile valore di mercato, per i terreni oggetto di intervento. Le indennità di esproprio sono calcolate moltiplicando il valore di mercato per il numero di metri quadri oggetto di esproprio. I mappali interessati dalle opere interessate sono stati ricavati dai documenti catastali.

Lungo il tracciato della condotta si prevede l'asservimento di una fascia di 6 m a cavallo della condotta stessa. A titolo compensativo per il disagio causato dalla realizzazione delle opere, e per favorire l'accordo bonario, si ipotizza di corrispondere ai proprietari delle aree da asservire il valore previsto per l'esproprio, invece di quello previsto per l'asservimento.

Si prevede l'occupazione temporanea di una fascia di 20 m a cavallo della condotta in progetto. Durante i lavori è inoltre prevista una occupazione temporanea per una fascia di 5 m intorno alle aree in esproprio. Il valore di indennità per l'occupazione temporanea è calcolato ai sensi dell'art. 50 del D.P.R. 327/2001 e ss.mm.ii., ossia all'indennità per ogni anno pari ad un dodicesimo dell'indennità di espropriazione e per ogni mese o frazione di mese un'indennità pari ad un dodicesimo di quella annua. Per i lavori in oggetto è prevista una durata di 3 anni.

Si sono stimate le seguenti indennità:

- o Espropri: € 4.712,75;
- o Asservimento: € 396.994,60;
- o Occupazione temporanea: € 332.875,50;
- o Procedura espropriativa ed occupazioni: € 315.000,00;

per un totale di € 1.049.582,85.

Tutte le procedure di espropriazione, asservimento ed occupazione temporanea verranno svolte nel pieno rispetto delle vigenti normative in materia (D.P.R. n. 327/2001 e ss.mm.ii.).

Si rimanda all'elaborato specifico "Piano particellare preliminare delle aree impegnate" e agli elaborati "Planimetrie catastali" per i dati di dettaglio.

8 TRACCIATO PLANO-ALTIMETRICO E SEZIONI TIPO

L'individuazione dei tracciati delle condotte è stata eseguita a partire dalla impostazione iniziale dello Studio

di fattibilità redatto dalla Stazione Appaltante. Il tracciato è stato sostanzialmente confermato, affinando alcuni tratti sulle basi delle ortofoto 1:5000 appositamente predisposte e a seguito dei sopralluoghi mirati effettuati lungo il tracciato e sulle aree individuate per la realizzazione delle opere puntuali (centrali di sollevamento, vasche). I tracciati sono stati altresì valutati dal punto di vista dell'inquadramento naturalistico e soprattutto degli aspetti archeologici, in modo da evitare o limitare il più possibile l'interessamento o anche il semplice avvicinamento ad aree potenzialmente problematiche ai fini della realizzabilità delle opere.

In generale, si è cercato di seguire la viabilità esistente e di mantenersi ai margini delle proprietà principali, limitando il più possibile l'interessamento di terreni ospitanti coltivazioni di pregio.

Nel seguito si descrivono i tratti oggetto di intervento; per quanto riguarda i dettagli sui nodi interessati da opere e manufatti puntuali, si rimanda alla descrizione inserita nel paragrafo successivo.

Tratto Cixerri – Medau Zirimilis (tratto A-B, picchetti dal n.1 al n.108)

Il tracciato ha origine dalla stazione di sollevamento Cixerri in progetto, situata ad una quota di circa 30 m s.l.m., in adiacenza alle centrali di sollevamento già esistenti in prossimità della diga. Per questa centrale di sollevamento è stata valutata una potenza di circa 1,9 MW, prevedendo una prevalenza di circa 150 m; questo primo tratto di sollevamento raggiunge il nuovo serbatoio di Medau Zirimilis mediante una condotta, in acciaio, di diametro DN 1000 mm. La condotta premente in arrivo dal Sollevamento Cixerri giunge in un partitore –denominato “Partitore Medau Zirimilis” – dal quale, oltre all'ultimo tratto di condotta sino alla vasca, ha origine un apposito tratto di condotta per il rilascio diretto all'invaso di Medau Zirimilis.

Il tratto di condotta premente dal Sollevamento Cixerri al Partitore Medau Zirimilis (tratto A-B), in acciaio DN 1000 mm, ha una lunghezza pari a circa 7,71 km. La prima parte del tracciato si sviluppa in affiancamento alla viabilità di accesso alla diga e alla viabilità esistente; in prossimità della località “Guardia Lada” il tracciato prosegue seguendo una direzione pressoché rettilinea sino al Partitore in progetto, attraversando diversi rii (tra cui il Rio Canixedda, Rio Salamida, Rio Bega Deretta, Rio De Sa Terreda, Rio De Su Casteddu), la Strada Provinciale n.2, e diverse strade secondarie e di penetrazione agraria.

Dal Partitore di Medau Zirimilis, situato ad una quota di circa 93 m s.l.m., si dirama una condotta in direzione della Diga e una condotta in direzione della Vasca di carico di Medau Zirimilis.

La prima diramazione (tratto B-F) è una premente in acciaio del diametro DN 1000 mm e ha una lunghezza pari a circa 1,43 km; si sviluppa per circa 900 m in affiancamento alla condotta del Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale, per poi proseguire in direzione sud-ovest, intersecando il Rio Pittu. L'ultima parte del tracciato attraversa un piccolo colle mediante un tratto microtunneling di circa 180 m (compreso tra i picchetti n. 33 e 35). L'immissione in vaso è effettuata mediante una idrovalvola regolatrice di pressione, ad una quota di circa 138 m s.l.m. Tale quota è stata prevista per permettere l'alimentazione a gravità dall'Acquedotto Mulargia Cagliari, qualora venisse realizzata una condotta di collegamento tra detto acquedotto e la nuova centrale del Cixerri, che verrebbe quindi bypassata; a tal fine sono state compiute le necessarie verifiche idrauliche preliminari da parte di Enas.

La seconda diramazione (tratto B-E) è una premente in acciaio del diametro DN 1000 mm e ha una lunghezza pari a circa 700 m; il tracciato segue la direzione sud-ovest per circa 550 m (sino al picchetto 8) e poi prosegue in direzione sud-est sino all'area individuata per la realizzazione della Vasca di carico di Medau

Zirimilis, posta ad una quota di circa 161 m s.l.m.

Dalla Vasca parte una condotta a gravità di circa 880 m (tratto E-C), in acciaio del diametro DN 1000 mm, che si sviluppa in affiancamento al tratto B-E sino al picchetto 9, e poi prosegue in direzione nord-ovest sino all'area individuata per la realizzazione della Centrale di Sollevamento Medau Zirimilis.

Tratto Medau Zirimilis – Vasca di carico Campanasissa (tratto C-G, picchetti dal n.1 al n. 151)

La centrale di sollevamento di Medau Zirimilis, posta ad una quota di circa 99 m s.l.m., risulta accessibile senza grosse difficoltà dalla viabilità esistente. Tale centrale può essere alimentata anche dall'invaso di Medau Zirimilis (tramite collegamento all'adduttore irriguo in uscita dalla diga, per il quale è prevista una derivazione nella parte nord dell'impianto).

Per questa centrale di sollevamento è stata prevista una prevalenza di circa 165 m, in modo da poter alimentare la Vasca di carico di Campanasissa. La condotta premente ha una lunghezza pari a circa 7,5 km ed è in acciaio del diametro DN 1000 mm. Il tracciato del tratto C-G si sviluppa nella parte iniziale, per circa 800 m, in affiancamento al tratto E-C; in corrispondenza della vasca di carico di Medau Zirimilis, il tracciato prosegue in direzione sud per circa 3 km (sino al picchetto n. 84), intersecando il rio Pittu e alcuni rii minori, sino ad affiancarsi alla condotta Enas esistente (collegamento Cixerri-Sulcis). Le condotte proseguono in parallelo per circa 3,2 km (sino al picchetto n.142) intersecando diversi rii (Rio Mannu, Rio de Su Sarmentu, Rio Linnamini, Rio Su Burdoni), dopodiché il tracciato taglia la SS.293 in direzione ovest sino a raggiungere l'area individuata per la realizzazione della Vasca di Campanasissa.

Tratto Vasca di carico Campanasissa – Bau Pressiu (Tratto G-H-I, picchetto dal n. 1 al n. 126)

La Vasca di carico di Campanasissa, posta ad una quota di circa 310 m s.l.m., è accessibile senza necessità di nuova viabilità. La condotta a gravità, in acciaio del diametro DN 800 mm, ha una lunghezza pari a circa 4,2 km. Il primo tratto procede in direzione sud per circa 400 m; a valle della casa Cantoniera di Campanasissa (picchetto n.9), il tracciato prosegue in parallelo alla SS.293 percorrendo, dal picchetto n.21, la fascia tagliafuoco presente sul lato nord della strada, intersecando diversi rii minori.

In corrispondenza del picchetto n.61, è previsto l'inserimento di un tratto di by-pass di Bau Pressiu, dalla derivazione per il rilascio in coda all'invaso sino al ricollegamento alla nuova presa dall'invaso di cui si dirà nel proseguo; si prevede la realizzazione di pozzetti partitori collegati mediante attraversamento della statale 293 alla Centrale Idroelettrica Bau Pressiu, posta sul lato ovest dell'invaso in corrispondenza dell'accesso alla casa di guardia della diga dalla S.S. 293.

Il nodo di Bau Pressiu rappresenta un passaggio piuttosto problematico, per il quale sono state sviluppate due subalternative (le quali sono meglio dettagliate nel paragrafo successivo).

La prima ipotesi prevede il passaggio della condotta in progetto lungo la pista forestale esistente, seguendo il colle sino ad una quota di circa 295 m s.l.m., e quindi ridiscendere fino ad intercettare, a circa 120 metri a valle del coronamento diga, nuovamente la S.S. 293, che verrà attraversata mediante tecnologia no-dig (presumibilmente con semplice spingitubo). Il tracciato prosegue in affiancamento all'esistente condotta idrica che alimenta il potabilizzatore di Bau Pressiu gestito da Abbanoa S.p.A., sottopassando l'alveo del Rio Mannu; la condotta segue quindi la viabilità a servizio del potabilizzatore, per poi proseguire in direzione sud-est (parallelamente alla viabilità esistente) sino ad intercettare la prevista galleria di Bau Pressiu, alla

quale si ricollega, infine, mediante un pozzo intermedio di interconnessione (picchetto n. 126 del tratto G-H-I e picchetto n.2 del tratto di L-L1).

La seconda ipotesi prevede il passaggio in modalità sublacuale all'interno dell'invaso Bau Pressiu, ripercorrendo l'antico tracciato di fondo valle della S.S. 293 antecedente alla costruzione dell'invaso artificiale. In questo caso, la condotta termina nell'opera di presa in progetto.

Si è altresì ipotizzato che l'esistente collegamento Cixerri-Sulcis resti normalmente riservato all'alimentazione integrativa dell'impianto di potabilizzazione di Bau Pressiu. Di conseguenza, per il rilascio all'invaso di Bau Pressiu delle portate provenienti dal Sollevamento Medau Zirimilis, potrà essere valutato il riutilizzo dell'opera di rilascio dalla condotta esistente.

Tratto Bau Pressiu – Monte Pranu (tratto L-L1 dal picchetto n.1 al picchetto n.120 e tratto L1-M dal picchetto n.1 al picchetto n.130)

La condotta dalla nuova opera di presa dall'invaso di Bau Pressiu sino alla diga di Monte Pranu ha una lunghezza totale di circa 21,1 km ed è prevista in acciaio del diametro nominale DN 1000 mm.

Nell'invaso di Bau Pressiu è prevista la realizzazione di un'opera di presa (Torre di presa Bau Pressiu) localizzata sulla sponda sud dell'invaso. Nel primo tratto è prevista la posa in sotterraneo della condotta entro un microtunnelling sub-orizzontale di lunghezza pari a circa 580 m (picchetto n. 3). Il tracciato prosegue parallelamente alla S.S. 293, affiancando e intersecando il Rio S'Ega de Su Pendueu, sino ad incrociare la S.P. 78 (picchetto n. 31), che segue in parallelismo e infine attraversa in prossimità del picchetto n.43, proseguendo quindi in direzione sud-ovest. Da questo punto il tracciato segue un andamento pressoché rettilineo, tagliando terreni agricoli e seguendo, ove possibile, la viabilità secondaria e di penetrazione agraria. In questo tratto il tracciato attraversa inoltre numerosi rii (Rio Bassedori, Rio Cuxira, Rio S. Lucia, Rio Cappedda, Rio Aiferrus), affluenti del Riu Mannu, al quale la condotta si affianca in parallelismo (dal picchetto n.113 del tratto L-L1) e infine attraversa in prossimità del picchetto n. 3 (tratto L1-M).

Il tracciato quindi segue una direzione ovest, intersecando la Strada Provinciale n.80, il Rio Montessa, il Rio di Bavenu e la Strada Provinciale n.79, alla quale si affianca per circa 3 km. Il tracciato devia in direzione sud-ovest (in posizione mediana rispetto al nuraghe Sessini e il nuraghe Frassu) per un tratto di circa 500 m, per poi seguire la direzione sud, parallelamente dapprima al Riu Gutturu Ponti (attraversato in prossimità del picchetto n.88) e successivamente alla Strada Provinciale n.77, da cui si discosta in prossimità dell'invaso della diga Monte Pranu sino a raggiungere l'area individuata per la realizzazione del campo fotovoltaico, posto ad una quota di circa 30 m s.l.m.

Tratto Condotta Vasca di carico Medau Zirimilis - Centrale di sollevamento esistente Ponte Murtas 2°tratto (tratto C-C1 dal picchetto n.1 al picchetto n.140 e tratto C1-D dal picchetto n.1 al picchetto n.125)

La condotta in acciaio DN 900 ha una lunghezza di circa 21 km e ha origine nella Centrale di sollevamento di Medau Zirimilis in progetto, situata a una quota di circa 100 m s.l.m,

La parte iniziale del tracciato fino al picchetto n.43 (tratto C-C1) si sviluppa in direzione nord-ovest per una lunghezza di circa 2,7 km, attraversando la Strada Statale N.293, alcune strade vicinali e numerosi rii tra i quali il Rio Su Fossu e il Rio Sa Pibera.

Dal picchetto n.43 il tracciato prosegue in direzione ovest parallelamente alla Strada Provinciale Pedemontana N.2. In questo tratto la condotta attraversa diverse strade sia sterrate che bitumate, tra cui la Strada Zinnigas, e numerosi rii tra cui il Rio di Guduri, il Rio Su Tintianu, il Rio Is Piringinus, il Rio San Giacomo, il Rio Bau Viana, il Rio Masi e il Rio Loddiri. In prossimità del picchetto n.114 la condotta in progetto incrocia una condotta del Consorzio di Bonifica del Cixerri e prosegue parallelamente ad essa fino al picchetto n.131 dove la incrocia nuovamente, attraversando successivamente, a breve distanza, il Rio Muscara. Al picchetto n.135 (tratto C-C1) la condotta attraversa la Strada Provinciale Pedemontana N.2 e nuovamente la condotta del Consorzio di Bonifica; il tracciato prosegue quindi parallelamente alla strada stessa (questa volta sul lato nord) e alla condotta del Consorzio di Bonifica. Da questo punto la condotta attraversa alcune strade sterrate e bitumate, e numerosi rii, tra cui il Rio S'Ega e S'Agua, il Rio Pranu Concas, il Rio de su Canoni e il Rio Santa Luxia. Dal picchetto n.38 (tratto C1-D), la condotta devia leggermente verso nord discostandosi dalla Strada Provinciale, attraversando il Rio Guttus, per riportarsi parallela alla stessa strada. Dopo aver attraversato il Rio Mussancaroni e il Rio Is Scolus, la condotta si discosta dalla Strada Provinciale (picchetto n. 57) e prosegue in direzione nord-ovest, intersecando il Rio Acconi, il Rio Cixerri e alcune strade secondarie sterrate e bitumate. Una volta attraversato il rio Arriali, il tracciato interseca la Ferrovia (presso la Stazione di Villamassargia Domusnovas, tra i picchetti n. 77 e n.79), la Strada Provinciale n.87 (tra i picchetti n.82 e n.83) e la Strada Provinciale n.86 tra i picchetti n.88 e n.89. Da questo punto la condotta prosegue in affiancamento al Rio Murtas, intersecando il Rio Pisueddu, alcune strade secondarie sterrate e bitumate, e attraversando quindi il Rio Murtas (tra i picchetti n.170e 108) per poi proseguire in parallelo allo stesso corso d'acqua sino alla Strada Statale n. 130 (tra i picchetti n. 117 e n.120). La condotta prosegue infine per un ultimo tratto in direzione ovest, sino a terminare nella centrale di sollevamento di Ponte Murtas, situata a circa 135 m s.l.m..

8.1 SEZIONI TIPO DI SCAVO

La cantierizzazione per la posa delle tubazioni privilegerà la velocità di esecuzione e sarà tale da consentire un agevole sfilamento e movimentazione delle tubazioni, mediante la relizzazione di una pista di cantiere a lato dello scavo.

La posa si differenzierà in funzione del tipo di territorio attraversato e dell'acclività del tracciato ed in conseguenza di ciò potrà impegnare fasce di terreno diverse. In conseguenza delle condizioni operative si renderà necessario un differente approccio con i mezzi meccanici che ovviamente determinerà costi operativi di posa delle tubazioni anche sensibilmente differenti.

Il tracciato precedentemente trattato, si sviluppa lungo diverse tipologie di terreno, come si evidenzia negli elaborati allegati alla presente fase progettuale.

Pertanto, come riportato nell'elaborato tecnico di riferimento di cui sopra, si sono individuate le seguenti tipologie di scavo in relazione alle caratteristiche del terreno incontrato:

- Tipologia di scavo A - scavo in terreno sciolto;
- Tipologia di scavo B - scavo con presenza di roccia tenera;

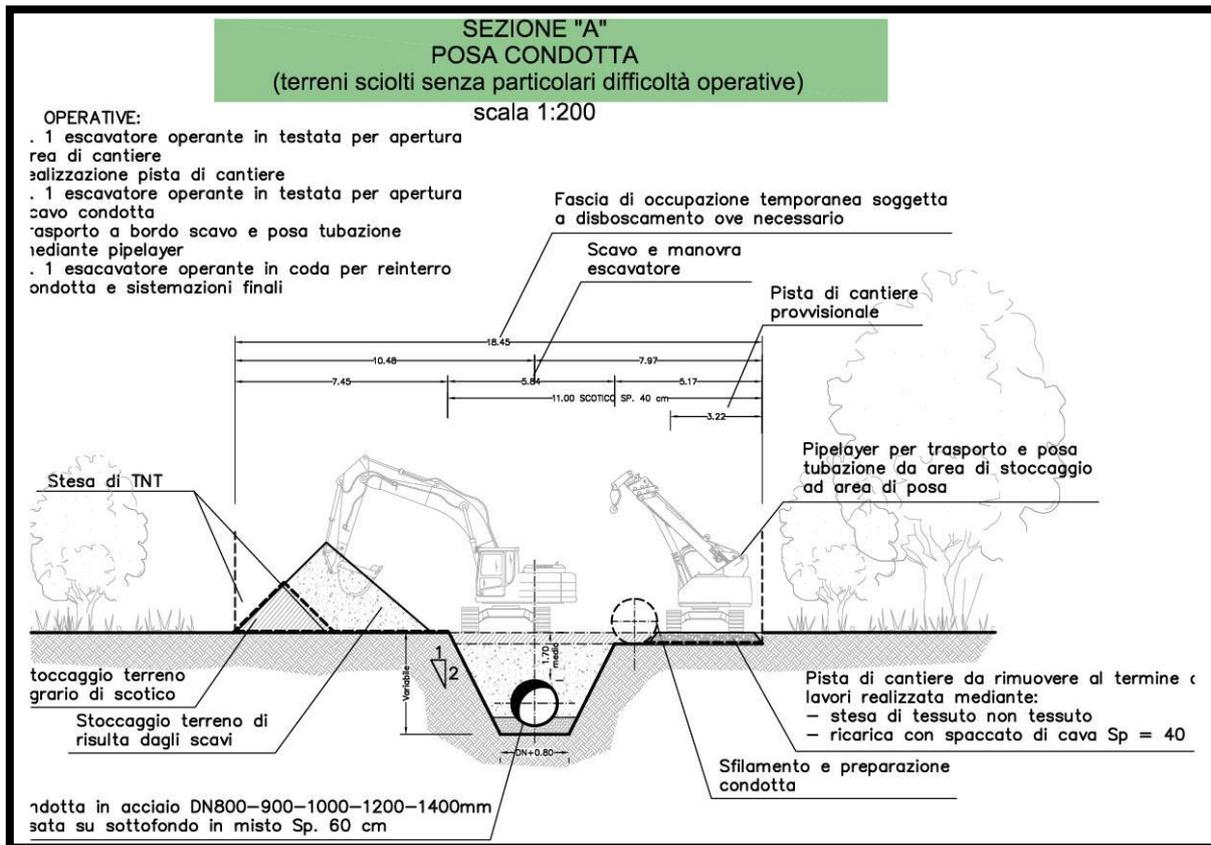
- Tipologia di scavo C - scavo con presenza di roccia dura;
- Tipologia di scavo Q - scavo in galleria;
- Tipologia di scavo H - scavo in terreno sciolto con aggotamento;
- Tipologia di scavo P - scavo con presenza di roccia tenera su versante;
- Tipologia di scavo R - scavo con presenza di roccia dura su versante;
- Tipologia di scavo N - scavo con presenza di roccia dura su strada;
- Tipologia di scavo S - posa in sub-lacuale.

8.1.1 CONDIZIONI DI TERRENO SENZA PARTICOLARI DIFFICOLTÀ OPERATIVE

La fase di scavo prevede inizialmente la rimozione dello strato colturale da ripristinare a fine lavori, pertanto la posa della tubazione avverrà secondo le seguenti fasi operative:

- A) escavatore operante per l'apertura dell'area di cantiere;
- B) realizzazione pista di cantiere;
- C) escavatore operante in testata per apertura scavo condotta
- D) trasporto a bordo scavo e posa tubazione mediante pipelayer;
- E) escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto.



La fase successiva delle operazioni di reinterro, prevede il ripristino dello stato dei luoghi con il materiale inizialmente stoccato.

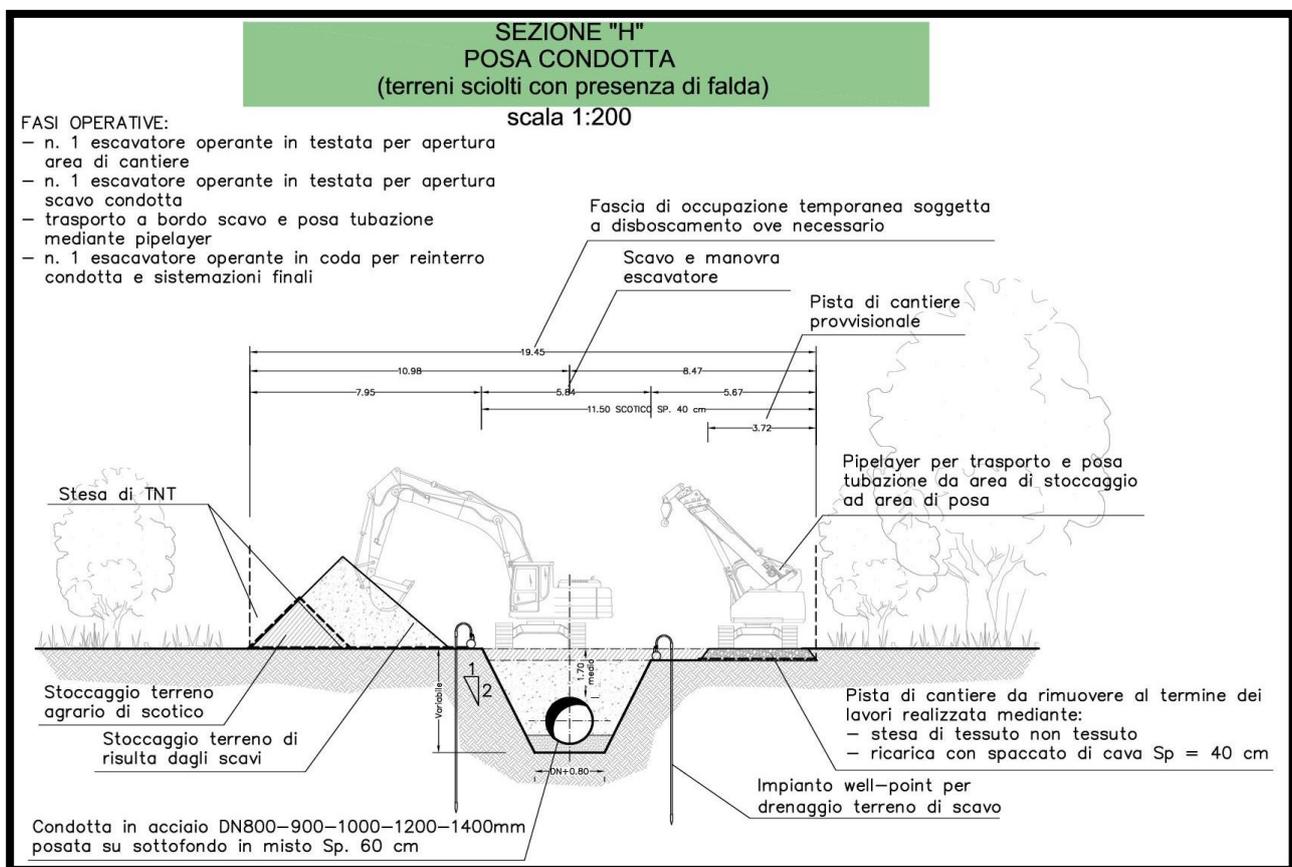
8.1.2 TERRENO CON PRESENZA DI FALDA

La posa della tubazione in condizioni di presenza di falda, prevede prima dell'inizio delle operazioni di scavo, l'installazione di un impianto well-point per deprimere il livello della falda.

Eliminata la presenza di acqua dalla zona interessata dagli scavi si procederà con le seguenti fasi di posa:

- A) escavatore operante per l'apertura dell'area di cantiere;
- B) realizzazione pista di cantiere;
- C) escavatore operante in testata per apertura scavo condotta
- D) trasporto a bordo scavo e posa tubazione mediante pipelayer;
- E) escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto.



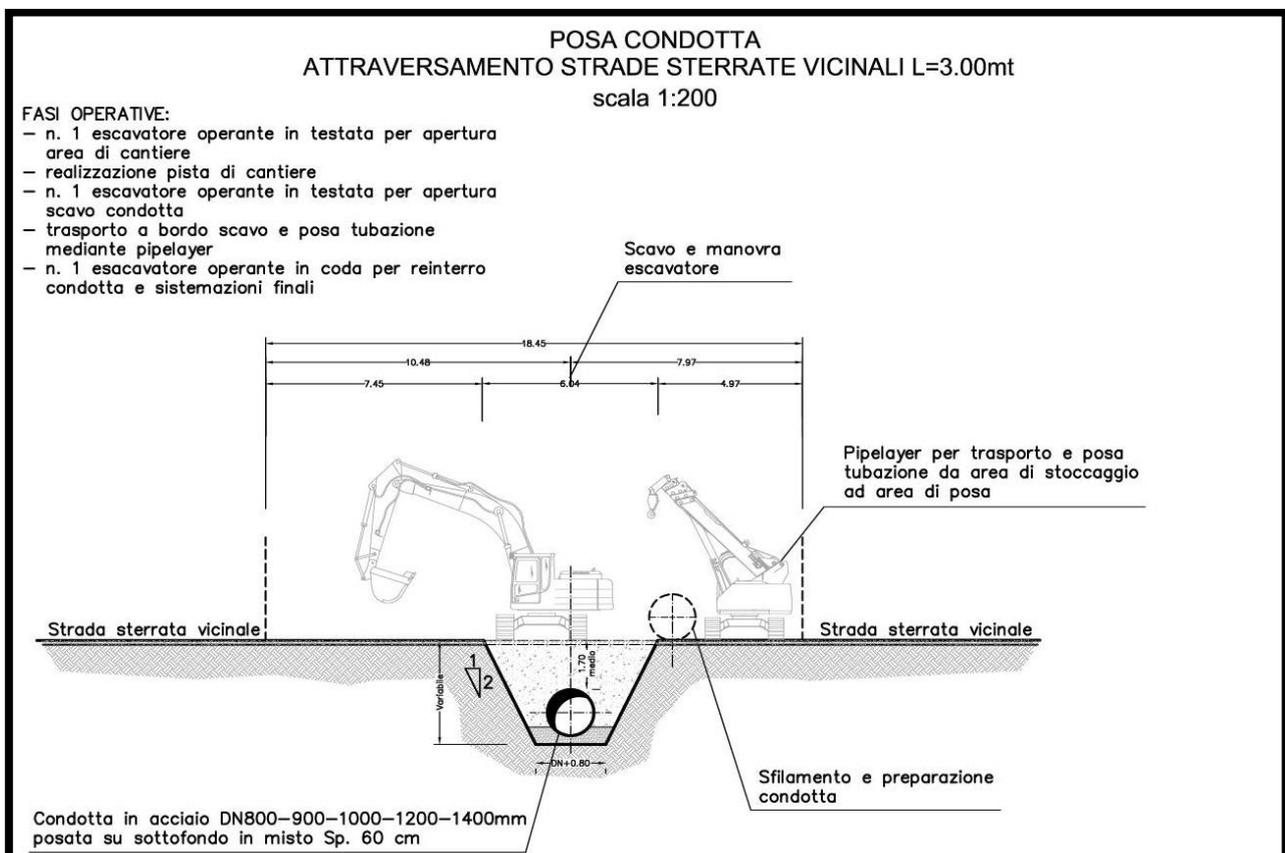
Come precedentemente descritto a valle delle operazioni di reinterro si ripristinerà lo stato dei luoghi con il materiale inizialmente stoccato.

8.1.3 ATTRAVERSAMENTO STRADE STERRATE

L'attraversamento di strade sterrate prevede l'apertura della strada in scavo aperto con la posa della condotta su letto in misto di spessore 60cm ed una profondità di 1,70 cm dal piano strada alla parte sommitale del tubo di secondo le fasi operative di seguito riportate:

- A) escavatore operante per l'apertura dell'area di cantiere;
- B) realizzazione pista di cantiere;
- C) escavatore operante in testata per apertura scavo condotta;
- D) allontanamento del materiale di risulta dagli scavi con autocarro al sito di stoccaggio più vicino
- E) trasporto a bordo scavo e posa tubazione mediante pipelayer;
- F) escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto.



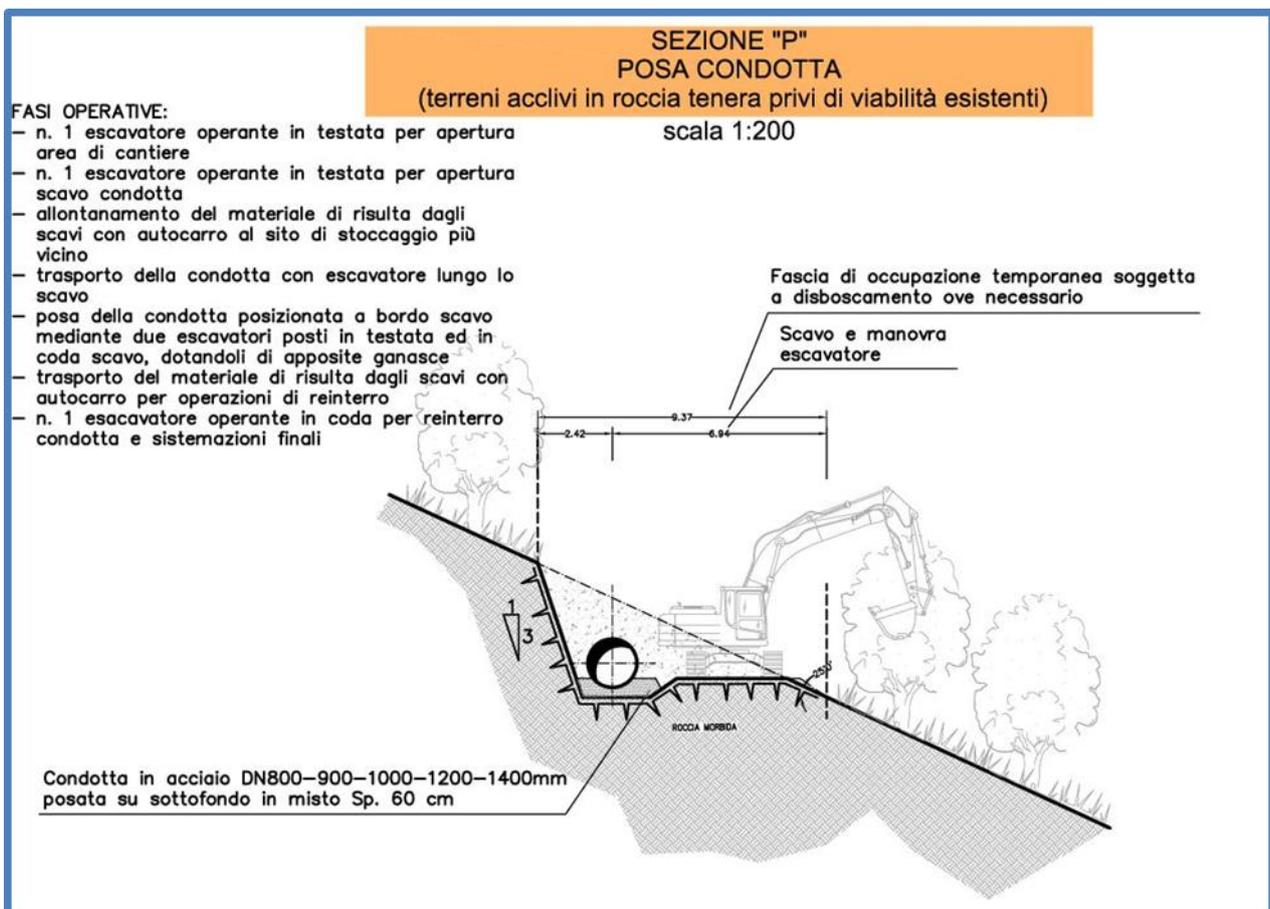
Dopo le fasi di reinterro della condotta si procederà al ripristino della viabilità attraversata con la stesa di uno strato di spaccato di cava di spessore di 30 cm ed uno strato di misto stabilizzato dello spessore di 15 cm.

8.1.4 TERRENI ACCLIVI PRIVI DI VIABILITA' ESISTENTE

Su terreni acclivi privi di viabilità esistente, occorrerà ricavare una pista di cantiere per permettere il passaggio dei mezzi da lavoro, pertanto la sezione di scavo prevederà la realizzazione di un piano per la sua realizzazione.

Si riportano di seguito le fasi operative di cantiere:

- A) escavatore operante in testata per apertura area di cantiere;
- B) escavatore operante in testata per apertura scavo condotta;
- C) allontanamento del materiale di risulta dagli scavi con autocarro al sito di stoccaggio più vicino;
- D) trasporto della condotta con escavatore lungo lo scavo;
- E) posa della condotta posizionata a bordo scavo mediante due escavatori posti in testata ed in coda scavo, dotandoli di apposite ganasce;
- F) trasporto con autocarro del materiale di nuovo apporto per operazioni di reinterro;
- G) escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali.

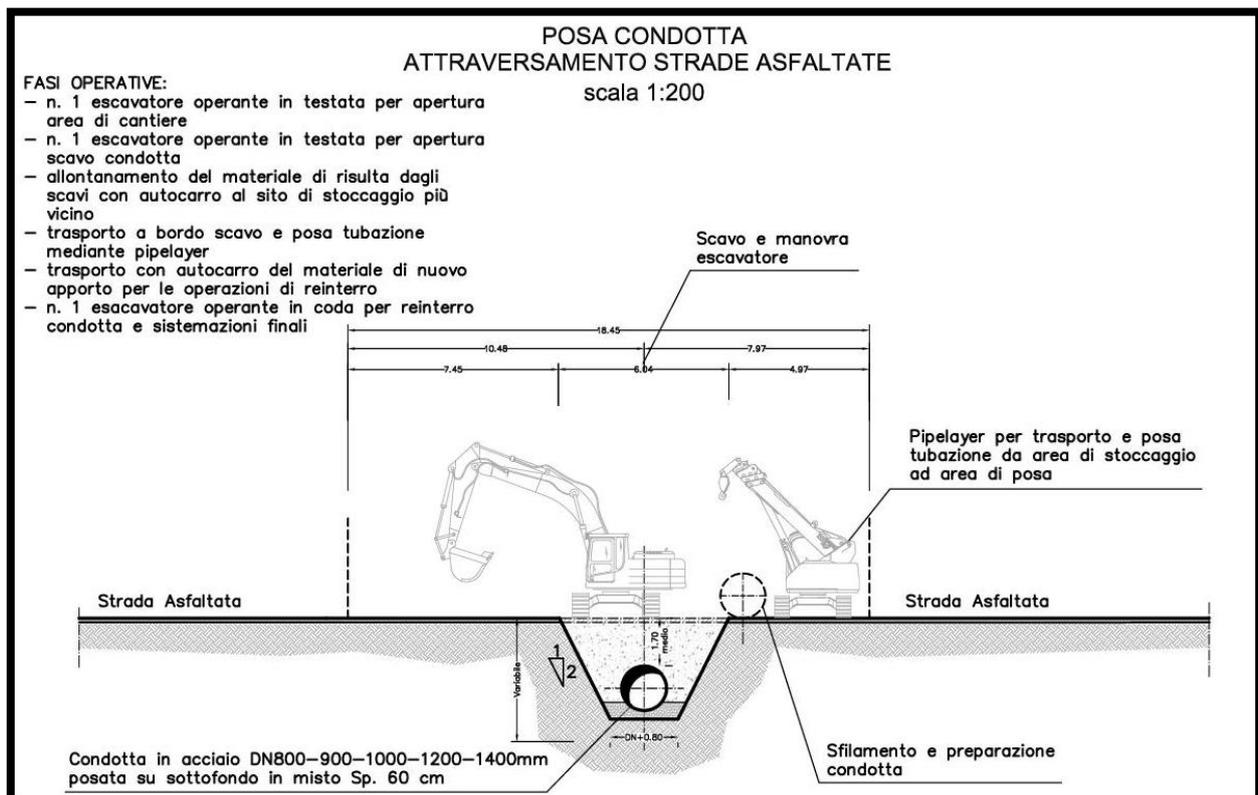


8.1.5 ATTRAVERSAMENTI STRADALI A CIELO APERTO

Gli attraversamenti stradali delle strade secondarie sia di tipo sterrato che di tipo asfaltato a carattere provinciale, comunale o vicinale avverranno (tranne che nel caso citato al punto 8.1.7 della presente relazione) mediante l'apertura della strada in scavo aperto con la posa della condotta su letto in misto di spessore 60 cm ed una profondità di 1,70 cm dal piano strada alla parte sommitale del tubo di secondo le fasi operative di seguito riportate:

- A) escavatore operante in testata per apertura area di cantiere;
- B) escavatore operante in testata per apertura scavo condotta;
- C) allontanamento del materiale di risulta dagli scavi con autocarro al sito di stoccaggio più vicino;
- D) trasporto della condotta con escavatore lungo lo scavo;
- E) posa della condotta posizionata a bordo scavo mediante due escavatori posti in testata ed in coda scavo, dotandoli di apposite ganasce;
- F) trasporto con autocarro del materiale di nuovo apporto per operazioni di reinterro;
- G) escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali.

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto relativamente alle strade asfaltate.



Il ripristino della pavimentazione stradale consisterà in:

- ✓ Riempimento della sezione di scavo con materiale di nuovo apporto (spaccato di cava);

- ✓ Strato di base spessore 40 cm;
- ✓ Conglomerato bituminoso spessore 10 cm;
- ✓ Binder spessore 6 cm;
- ✓ Tappetino d'usura spessore 3 cm

Le viabilità interessate ed interferenti con le opere in progetto sono state divise in due tipologie sulla base della loro categoria stradale e competenza di gestione.

In particolare, le opere in progetto risultano interferenti principalmente con:

- viabilità di competenza provinciale, in particolare sono stati analizzati i cinque attraversamenti sulle SP2, SP293, SP78, SP80 ed SP74 che richiedono una maggiore attenzione nell'organizzare le operazioni di cantiere, garantendo la circolazione del traffico ordinario;
- viabilità asfaltata e non di competenza comunale, di minor importanza dove le operazioni di cantiere possono creare un minor disagio alla viabilità.

La realizzazione degli interventi in attraversamento delle strade provinciali, verranno svolti chiudendo una delle due carreggiate alternativamente e garantendo provvisoriamente il transito a senso unico alternato mediante l'impiego di adeguata segnaletica verticale alla corretta segnalazione dei lavori oltre all'utilizzo dei semafori mobili per la temporizzazione dei transiti alternati.

Inoltre laddove necessario sarà previsto un passaggio pedonale a margine dei lavori protetto da opportune recinzioni.

Il ripristino del piano viario avverrà contemporaneamente al ritombamento dello scavo fino allo strato di conglomerato bituminoso per poi effettuare la pavimentazione finale con ricarica del tappetino d'usura a seguito dell'assestamento. Saranno comunque seguite le indicazioni del soggetto gestore della viabilità.

In corrispondenza della viabilità di competenza comunale si opererà nello stesso modo di quello previsto per la viabilità maggiore, valutando di caso in caso in relazione alla dimensione delle carreggiate e quindi della velocità d'esecuzione dell'attraversamento la possibilità di gestire il traffico con due operatori manuali (movieri).

In condizioni di larghezza così ridotta da rendere impossibile il traffico a corsia alternata lo svolgimento delle lavorazioni avverrà con chiusura completa della strada previa valutazione con il proprietario dell'infrastruttura stradale dei percorsi alternativi da segnalare e comunque per periodi temporali mai superiori alle 8 ore. In tali casi, comunque, sarà consentito il passaggio pedonale protetto.

La massima velocità consentita nelle zone in prossimità del cantiere sarà pari a 20 km/h e tale prescrizione sarà segnalata prima dell'area di cantiere con specifica segnaletica.

Le tratte in cui l'interferenza dei lavori di posa delle condotte con la viabilità stradale, di qualunque tipo, sarà di tipo longitudinale e non trasversale riguarderanno unicamente le banchine e non il piano viabile.

In questi casi l'organizzazione di cantiere sarà tale da consentire sempre il doppio senso di marcia avendo avuto cura di porre in atto la necessaria segnaletica verticale nonché gli elementi spartitraffico indispensabili alla separazione delle due carreggiate provvisorie.

In ogni caso, sia per quanto concerne gli attraversamenti trasversali che i fiancheggiamenti, le operazioni

preventive e quelle operative saranno pianificate ed attuate nel pieno rispetto dei disposti del Nuovo Codice della strada approvato con D.L.gs. 30.04.1992 N° 285

Sebbene non siano prevedibili per le opere di cui al presente PFTE interazioni tra il traffico ordinario della viabilità esistente e quello a servizio dei lavori di costruzione, prima dell'effettivo inizio dei lavori, verrà elaborato il piano del traffico che si adotterà durante l'esecuzione dei lavori in appalto. Tale elaborato avrà il fine di coordinare la mobilità dei veicoli aventi come origine o destinazione il cantiere al fine di gestire le interferenze a seguito della presenza dei cantieri di cui alle presenti opere e altri cantieri mobili in attività ed evitare disagio alla mobilità ordinaria.

La valutazione preliminare effettuata in termini d'impegno della viabilità interessata dai mezzi di trasporto per le opere di cui trattasi è di tre/quattro transiti giornalieri di autocarri a tre o quattro assi per il materiale in ingresso mentre, per quello in uscita, sono prevedibili transiti esclusivamente per il trasporto a scarica dei pochi quantitativi di materiale di risulta dagli scavi di cui non se ne prevede il riutilizzo in loco. Complessivamente non è quindi prevedibile alcun impatto significativo sulla gestione del traffico ordinario della viabilità interessata, di per se già poco impegnata.

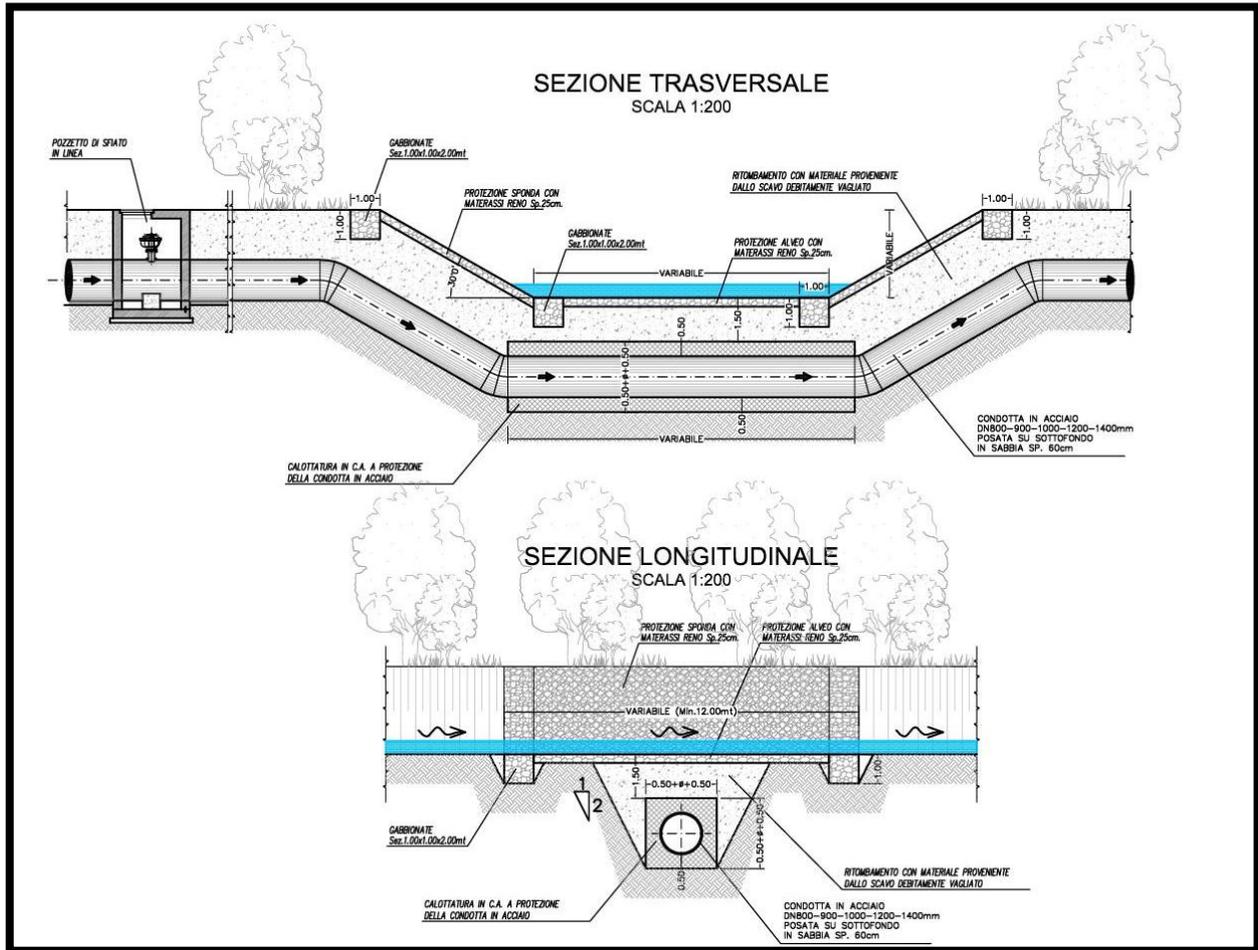
8.1.6 ATTRAVERSAMENTI CORSI D'ACQUA

Il censimento delle interferenze di tipo idraulico con il tracciato della condotta di progetto è stato rappresentato mediante specifica cartografia (*tav. PF 9.2*) ove i singoli attraversamenti sono stati numericamente catalogati e suddivisi in attraversamenti di corsi d'acqua di tipo secondario e di tipo principale.

L'attraversamento dei corsi d'acqua sia di tipo secondario che principali avverrà in scavo aperto, mediante la realizzazione di opere provvisorie, quali ture o savanelle, per deviare le acque durante le fasi di scavo e ripristino.

Mentre per i primi, di fatto, la metodologia di posa della condotta non subirà varianti particolari se non un modesto approfondimento della livelletta di posa e, laddove richiesto dalle condizioni, una protezione dall'erosione superiore tramite un materasso di tipo Reno, per quanto riguarda gli attraversamenti di tipo principale, realizzato il pozzetto di sfiato a monte, si procederà all'apertura dello scavo e alla posa della condotta dove a protezione della stessa e per tutta la lunghezza del fondo alveo, sarà realizzata una calottatura in c.a.. Le fasi di reinterro avverranno con materiale di risulta dagli scavi debitamente vagliato e costipato, successivamente sarà previsto un rivestimento a protezione delle sponde e del fondo con materassi Reno dello spessore di 25 cm, con realizzazione in testa ed al piede delle sponde di gabbionate.

Si riporta di seguito un esempio schematico della sezione tipo e delle operazioni testè descritte.



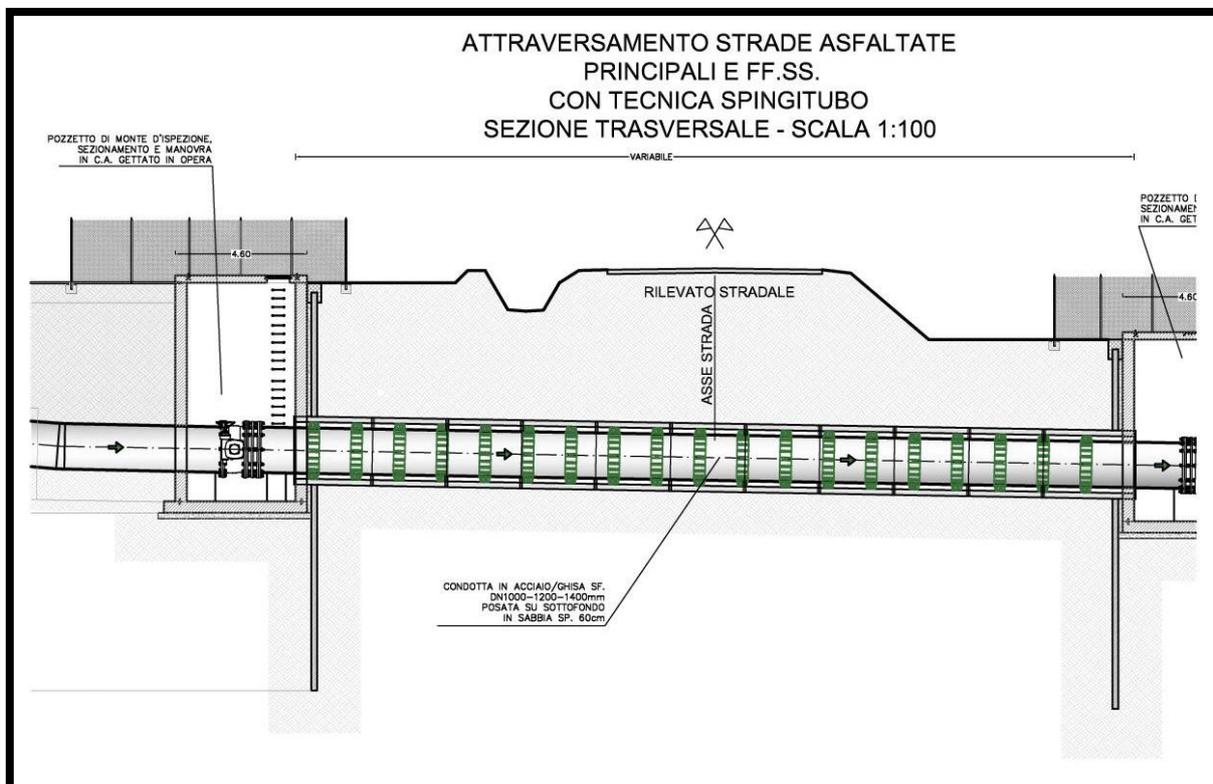
8.1.7 ATTRAVERSAMENTO STRADE PRINCIPALI E FF.SS.

L'attraversamento di questa tipologia di strade (nel presente PFTE è previsto nel caso di soluzione A.1.1.a in corrispondenza della strada provinciale immediatamente a valle della spalla destra dello sbarramento di Bau Pressiu) e rilevati (nel caso di attraversamenti ferroviari), avverrà con la tecnica dello spingitubo, dove sarà realizzata una camera di spinta e sarà posata una tubazione di idoneo diametro, all'interno della quale sarà infilata la tubazione di progetto previo infilaggio dei collari di posa.

Al fine di ridurre l'ampiezza dell'area di scavo, per la realizzazione della camera di spinta e del pozzetto di arrivo della tubazione si prevederà il confinamento degli scavi mediante paratia in micropali.

In corrispondenza della camera di spinta e del pozzetto di arrivo saranno realizzati i pozzetti finali di monte e di valle, contenenti le valvole di sezionamento e manovra per le eventuali operazioni di manutenzione.

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto.

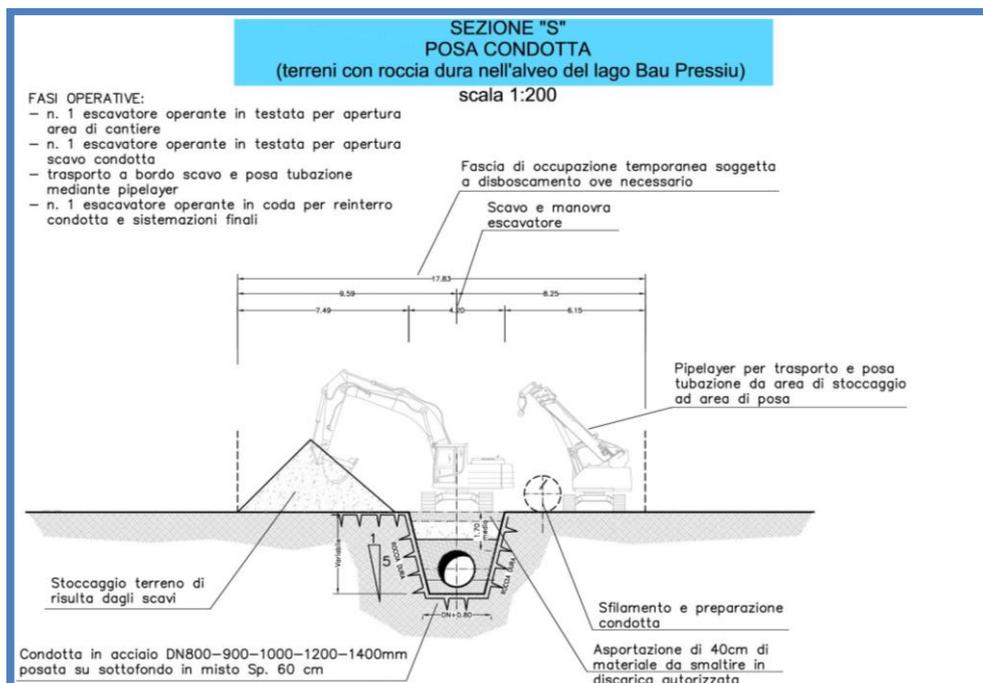


8.1.8 ALTERNATIVA PROGETTUALE A.1.1D – SEZIONE TIPO DI SCAVO PASSAGGIO CONDOTTA SUB-LACUALE

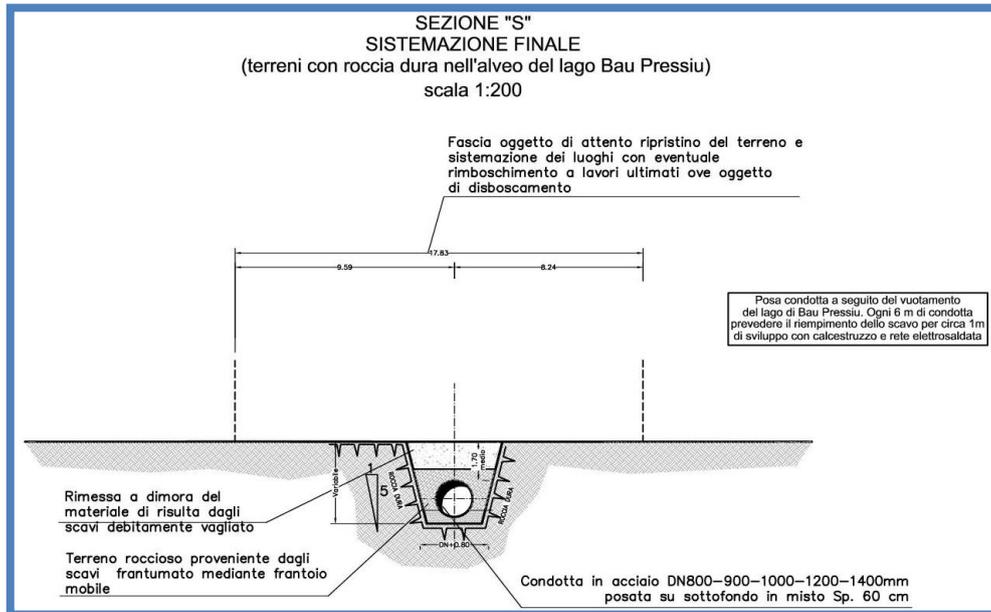
La subalternativa sublacuale del nodo di Bau Pressiu, già ampiamente trattato nel capitolo delle alternative progettuali, considera la possibilità di ripercorrere l'antico tracciato di fondo valle della S.S. 293 antecedente alla costruzione dell'invaso artificiale.

Stante l'evidenza dei sondaggi forniti dall'Amministrazione che dimostrano la presenza di uno spessore minimo di sedimenti sul fondo del lago, si è optato di procedere alla posa della tubazione sub-lacuale con semplice scavo di in trincea e successivo ritombamento, prevedendo la realizzazione di un numero di blocchi d'ancoraggio in conglomerato cementizio atti a contrastare la spinta al galleggiamento in caso di svuotamento della condotta.

Si riporta nella figura di seguito la sezione durante la fase di scavo di scavo



Si riporta nella figura di seguito la sezione durante la fase di reinterro e sistemazione finale



9 OPERE PRINCIPALI

La soluzione progettuale denominata A.1.1 prevede uno schema distributivo in grado di alimentare dall'invaso di Cixerri con una portata massima di 1 m³/s, oltre all'invaso terminale di Monte Pranu, anche quelli di Medau Zirimillis e Bau Pressiu con le dotazioni idriche pianificate a valenza potabile così come, mediante una direttrice settentrionale, le utenze di Ponte Murdas e dell'Iglesiente.

Ciò detto, si descriverà di seguito gli edifici principali e quelli minori sviluppati nella presente fase progettuale.

9.1 STAZIONE DI SOLLEVAMENTO CIXERRI

L'impianto di sollevamento di Cixerri, posizionato al piede dello sbarramento in terra nelle immediate vicinanze dell'esistente stazione di sollevamento ad uso potabile verso il potabilizzatore di Bau Pressiu, sarà ospitato in un apposito edificio a struttura prefabbricata avente una superficie di circa 1.200 metri quadrati.

Qui, il sollevamento meccanico della portata massima di progetto pari a 1.000 l/s, sarà assicurato da 5 + 1 elettropompe a battente ad asse orizzontale dotate di motore elettrico a variazione di giri con modulazione elettronica (inverter) aventi portata nominale di 200 l/s ciascuna. Il battente idraulico sull'asse girante è assicurato dalla quota (6-8 metri) dell'esistente vasca di carico interposta tra la diga e la stazione di sollevamento. La quota altimetrica composta tra la quota terreno dell'impianto di sollevamento ed il carico idrostatico di tale vasca è pari a 27,50 m.s.m

Le elettropompe, oltre che dalla presenza degli inverter, saranno protette dai transitori idraulici che potrebbero instaurarsi per effetto di anomalie di funzionamento anche mediante autoclavi idoneamente dimensionati.

Si tratta di una centrale tecnologicamente dotata delle apparecchiature idrauliche e dei connessi sistemi d'interfacciamento per il completo monitoraggio dei parametri gestionali di tipo idraulico (portata, pressione)

e dello stato di funzionamento.

Il sollevamento di Cixerri è progettato per rilanciare una portata fino ad $1 \text{ m}^3/\text{s}$ alla prima vasca di carico posizionata nei pressi della diga di Medau Zirimillis a quota 161,00 m.s.m.

9.2 PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS

Il presente manufatto sarà ubicato in prossimità della viabilità sterrata esistente di accesso alla diga di Medau Zirimillis, consisterà in una vasca interrata di dimensioni esterne $7,40\text{m} \times 7,40\text{m}$ per una profondità di circa $2,50\text{m}$.

La funzione principale del partitore sarà quella di intercettare e convogliare la portata di $1 \text{ m}^3/\text{s}$, in arrivo dal sollevamento di Cixerri verso l'invaso di Medau Zirimillis, o in prosecuzione verso la vasca di carico di Medau Zirimillis.

Pertanto all'interno del manufatto, la linea in arrivo sarà suddivisa in due linee, una diretta alla vasca di carico ed una verso l'invaso. Per una corretta economia costruttiva, all'interno del pozzetto partitore il diametro del condotto idrico sarà scalato al valore di 700 mm per poi ritornare al valore di 1.000 mm . In questo modo le valvole di sezionamento saranno contenute al valore inferiore di diametro riducendone così sia il costo di fornitura che rendendo più agile la gestione e manutenzione.

Si prevederà inoltre la predisposizione per una terza linea di futura realizzazione con possibilità di convogliare la portata verso il sollevamento di Ponte Murtas.

Il manufatto come si evince dalle figure sotto riportata, sarà composto da due camere in asciutta utilizzate per l'installazione delle apparecchiature idrauliche elettrificate, dove in una si prevede l'installazione di due valvole a fuso regolatrici di portata (una per ogni linea di progetto) con i relativi giunti di smontaggio, nell'altra saranno installati, due misuratori di portata elettromagnetici.

9.3 VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS

Dal sollevamento di Cixerri, passando attraverso il pozzetto partitore citato nel paragrafo precedente, si raggiungerà il nuovo serbatoio di Medau Zirimillis di capacità pari a circa 500 m^3 , laddove una condotta in acciaio $D_n 1000 \text{ mm}$, raggiungerà a caduta la stazione di sollevamento di Medau Zirimillis, per essere rilanciata in pompaggio verso il serbatoio di disconnessione idraulica di Campanasissa (paragrafo 10.5) di volume analogo a quello di Medau Zirimillis.

La presente vasca, realizzata in conglomerato cementizio armato, sarà composta da due comparti interrati, uno di 500 m^3 di accumulo ed un comparto in asciutta, sempre interrato nel quale saranno installate le apparecchiature idrauliche.

Il comparto interrato di accumulo, avrà dimensioni interne pari a circa $20\text{m} \times 13\text{m}$ ed una altezza complessiva di circa 3m , con l'ultimo metro di franco per arrivare alla soletta della vasca.

Per evitare la formazione di volume morto di accumulo è stato creato uno scivolo, creando un abbassamento di circa 1m in prossimità delle tubazioni di immissione e presa della vasca.

Nella parte sommitale della vasca, sarà posizionata una tubazione che garantirà lo sfioro di sicurezza della vasca, mentre sul fondo della stessa ci sarà una tubazione per lo scarico, da utilizzare per le operazioni di manutenzione.

Nel comparto in asciutta, nel quale saranno presenti la tubazione in ingresso dal partitore, quella in uscita verso il sollevamento di Medau Zirimilis nonché il by pass del comparto di accumulo, sarà di dimensioni interne circa di 4,50m x 6m ed una altezza di circa 5.,0m ed ospiterà le tubazioni in ingresso ed uscita con le relative apparecchiature idrauliche ed i relativi giunti di smontaggio.

Quest'ultime consistono sostanzialmente in valvole di chiusura motorizzate, del diametro delle tubazioni presenti nel comparto, che al fine di limitare le dimensioni dello stesso sono state ridotte da Dn1000 mm a Dn700 mm.

Nella parte sommitale del presente comparto, si eleverà l'edificio di servizio contenete i quadri elettrici e di controllo delle apparecchiature installate, tale edificio sarà realizzato in blocchi portanti in cls, di dimensioni di circa 7m x 8m ed altezza al colmo pari a circa 4m.

A garanzia della funzionalità delle apparecchiature elettriche di monitoraggio e gestione degli afflussi e deflussi idrici della vasca anche nei momenti di caduta di fornitura della tensione, l'edificio ospiterà un piccolo gruppo elettrogeno d'emergenza della potenza elettrica da 7 kW. Dato l'uso saltuario che se ne prevede sarà installato un modello del tipo monoblocco insonorizzato dotato di serbatoio del gasolio a bordo blocco. Lo scarico dei gas di combustione sarà convogliato direttamente all'esterno mediante specifica tubazione.

Al fine di garantire la manutenzione nonché la movimentazione delle valvole, del sottostante comparto, il pavimento sarà composto da un grigliato carrabile amovibile, mentre per la zona su cui saranno installati i quadri, il pavimento coinciderà con la soletta in c.a. del comparto di accumulo, come si evince dalla sezione allegata tra gli elaborati grafici.

Per quanto riguarda il tetto di questo edificio, questa sarà realizzata con orditura in legno e manto di copertura in coppi.

9.4 STAZIONE DI SOLLEVAMENTO MEDAU ZIRIMILIS

A quota 94,00 m.s.m. a poche decine di metri dal pozzetto partitore è prevista l'ubicazione della stazione di rilancio delle portate irrigue al serbatoio di Campanasissa posizionato a quota 310 m.s.m. circa sul passo da cui si origina la pendenza verso la costa occidentale.

La stazione di rilancio in questione dovrà sollevare una portata massima di 1 m³/s e sarà caratterizzata dallo stesso numero di pompe di Cixerri aventi caratteristiche idrauliche del tutto simili ma adattate ad una prevalenza di circa 165 metri pari al differenziale tra le due vasche di carico di Medau Zirimillis e di Campanasissa.

L'edificio a sezione rettangolare e di altezza contenuta avrà dimensioni analoghe al precedente e sarà finito con copertura in laterizio e colorazione dell'intonaco a tinta di tonalità pastello.

Valgono le stesse considerazioni circa le dotazioni tecnologiche fatte per la stazione di sollevamento di Cixerri.

9.5 VASCA DI CARICO CAMPANASSISSA

Dal sollevamento di Medau Zirimilis, si raggiungerà con una tubazione in acciaio Dn 1000 mm il nuovo

serbatoio di disconnessione idraulica di Campanasissa di volume analogo a quello di Medau Zirimillis, mentre la condotta di uscita verso il nodo di Bau Pressiu avrà un diametro Dn 800 mm.

La presente vasca, realizzata in conglomerato cementizio armato, sarà composta da due comparti interrati, uno di 500 m³ di accumulo ed un comparto in asciutta, sempre interrato nel quale saranno installate le apparecchiature idrauliche.

Il comparto interrato di accumulo, avrà dimensioni interne pari a circa 20m x 13m ed una altezza complessiva di circa 3m, con l'ultimo metro di franco per arrivare alla soletta della vasca.

Per evitare la formazione di volume morto di accumulo è stato creato uno scivolo, creando un abbassamento di circa 1m in prossimità delle tubazioni di immissione e presa della vasca.

Nella parte sommitale della vasca, sarà posizionata una tubazione che garantirà lo sfioro di sicurezza della vasca, mentre sul fondo della stessa ci sarà una tubazione per lo scarico, da utilizzare per le operazioni di manutenzione.

Nel comparto in asciutta, nel quale saranno presenti la tubazione in ingresso dal partitore, quella in uscita verso il sollevamento di Medau Zirimillis nonché il by pass del comparto di accumulo, sarà di dimensioni interne circa di 4,50m x 6m ed una altezza di circa 5,0m ed ospiterà le tubazioni in ingresso ed uscita con le relative apparecchiature idrauliche ed i relativi giunti di smontaggio.

Quest'ultime consistono sostanzialmente in valvole di chiusura motorizzate, del diametro delle tubazioni presenti nel comparto, che al fine di limitare le dimensioni dello stesso sono state ridotte da Dn1000 mm a Dn600 mm.

Nella parte sommitale del presente comparto, si eleverà l'edificio di servizio contenete i quadri elettrici e di controllo delle apparecchiature installate, tale edificio sarà realizzato in blocchi portanti in cls, di dimensioni di circa 7m x 8m ed altezza al colmo pari a circa 4m.

A garanzia della funzionalità delle apparecchiature elettriche di monitoraggio e gestione degli afflussi e deflussi idrici della vasca anche nei momenti di caduta di fornitura della tensione, l'edificio ospiterà un piccolo gruppo elettrogeno d'emergenza della potenza elettrica da 7 kW. Dato l'uso saltuario che se ne prevede sarà installato un modello del tipo monoblocco insonorizzato dotato di serbatoio del gasolio a bordo blocco. Lo scarico dei gas di combustione sarà convogliato direttamente all'esterno mediante specifica tubazione.

Al fine di garantire la manutenzione nonché la movimentazione delle valvole, del sottostante comparto, il pavimento sarà composto da un grigliato carrabile amovibile, mentre per la zona su cui saranno installati i quadri, il pavimento coinciderà con la soletta in c.a. del comparto di accumulo, come si evince dalla sezione allegata tra gli elaborati grafici.

Per quanto riguarda il tetto di questo edificio, questa sarà realizzata con orditura in legno e manto di copertura in coppi.

9.6 OPERE DI IMMISSIONE E DI PRESA LAGO BAU PRESSIU

Le opere di immissione e di presa sul lago Bau Pressiu sono costituite da due distinti interventi: una centrale idroelettrica ed una torre di presa. Tali opere sono ubicate rispettivamente a nord ed a sud della omonima

diga e possono essere messe in relazione tra loro grazie alle due alternative progettuali A.1.1b e A.1.1d.

9.6.1 CENTRALE IDROELETTRICA

Alternativa progettuale A.1.1b

La centrale idroelettrica Bau Pressiu sarà ubicata a nord dello sbarramento, circa 120 metri oltre l'imbocco della viabilità sterrata esistente che si immette sulla Strada Statale 293. La centrale, con misure esterne di 18,00 m X 7,00 m, sarà un basso fabbricato di circa 5.00 metri d'altezza in c.a. e muratura perimetrale con finiture architettoniche richiamanti gli edifici rurali presenti in zona.

All'interno sarà posta in opera una turbina tipo Francis da 300 kW dotata delle necessarie apparecchiature di funzionamento. Sempre all'interno dei locali saranno alloggiati i quadri di controllo ed elettrici, con caricabatteria, distribuzione BT, trasformatore MT/BT, MT. Un apposito locale di consegna e partenza ENEL, con accesso esterno indipendente, verrà ricavato nell'edificio. Lo scarico dalla turbina verrà convogliato in una apposita condotta in acciaio DN 600 mm che terminerà in un manufatto di rilascio a due vasche che permetterà l'immissione delle acque nel lago Bau Pressiu. Lo stesso edificio di restituzione al lago sarà il ricettore delle portate provenienti da Campanasissa attraverso il peduncolo di condotta del DN. 600 mm destinate ad implementare l'invaso di Bau Pressiu nell'ipotesi in cui, anche solo temporaneamente, la centrale idroelettrica non venga realizzata.

Il sistema di approvvigionamento idrico della turbina prevede invece la realizzazione di pozzetti partitori. Un primo pozzetto partitore denominato "A" permetterà di intercettare la condotta in acciaio in arrivo dalla vasca di Campanasissa, con possibilità di sezionamento della stessa tramite valvola a farfalla DN 800 mm. Verranno realizzati due distinti stacchi, entrambi del DN 600 mm e dotati di valvole a fuso e misuratori di portata elettromagnetici. Il primo sarà indirizzato direttamente verso la sottostante centrale idroelettrica per l'alimentazione della turbina, il secondo confluirà nel pozzetto partitore "B", dove per mezzo di valvole a farfalla potrà collegarsi all'esistente condotta in acciaio DN 700, in mandata al potabilizzatore di Bau Pressiu.

Alternativa progettuale A.1.1d

Mantenendo lo stesso layout progettuale sopra descritto, nella variante progettuale A.1.1d verrà realizzato un terzo pozzetto, denominato partitore "C". Tale pozzetto sarà ubicato sulla condotta in ingresso alla centrale e permetterà, con appositi sezionamenti costituiti da valvole a farfalle, la partenza della condotta in acciaio DN 800 mm in mandata alla torre di presa, con tracciato di posa sub-lacuale.

9.6.2 TORRE DI PRESA

Alternativa progettuale A.1.1b

La torre di presa lago Bau Pressiu sarà realizzata a sud dello sbarramento, raggiungibile da viabilità sterrata con immissione diretta sulla Strada Statale 293. L'opera avrà pianta quadrata di dimensioni esterne pari a 8,10m X 8,10m sulla struttura in c.a. gettata in opera, sormontata da edificio con muratura in blocchi in cls intonacati di dimensioni 7,70m X 7,70m. La torre verrà realizzata sulla sponda del lago Bau Pressiu con scavo effettuato all'interno di paratie in micropali DN 220 mm, previo abbassamento della quota di invaso. L'altezza complessiva della torre, dal piano di appoggio della fondazione alla soletta del sovrastante edificio sarà pari a metri 19,60. All'interno della torre verrà montata una scala di servizio a rampe che permetterà di raggiungere la platea di fondo e la condotta in acciaio DN 1000 mm dotata di valvola a farfalla di

sezionamento. Tale condotta sarà posta in opera dopo aver completato le operazioni di scavo in microtunnelling che permetteranno il collegamento verso le opere ubicate a Monte Pranu.

Il microtunnelling, realizzato con condotta in cls Di 200 cm, avrà lunghezza complessiva di circa 570,00 metri. La spinta sarà realizzata nel primo tratto dal pozzo terminale in direzione torre di presa, con una pendenza del 13%. A circa 300,00 metri dalla torre di presa verrà realizzato un secondo pozzo di spinta intermedio, che consentirà il cambio di pendenza al 0,35% per raggiungere la torre, e che avrà funzione di interconnessione con le condotte mettendo in comunicazione la condotta in acciaio DN 800 mm in arrivo dalla vasca di Campanasissa.

All'interno della condotta in cls Di 200 cm sarà posata in opera una condotta in acciaio DN 1000 mm. Tutti i sezionamenti all'interno della torre di presa, del pozzo di interconnessione intermedio e del pozzo terminale, saranno garantiti da valvole a farfalla.

Al termine della realizzazione della torre di presa e del microtunnelling potrà essere realizzata l'ultima fase, che prevede la realizzazione dello scavo in trincea all'interno del bacino Bau Pressiu, previo abbassamento al livello minimo dell'invaso per una durata massima di giorni 30. Lo scavo in trincea permetterà la posa della condotta in acciaio DN 1000 mm con presa alla quota di 236.00 metri s.l.m. Un manufatto di testata piramidale in massi lapidei garantirà l'immorsamento della tubazione. La condotta sarà collegata a quella in arrivo del microtunnelling dopo aver perforato una porzione della paratia in micropali di confinamento della torre. La trincea sarà in seguito reinterrata con il materiale proveniente dagli scavi della stessa, mentre i versanti ai lati della torre verranno sistemati con il riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi della torre e del microtunnelling, con riprofilatura a pendenza di 30° con banche di sicurezza aventi larghezza pari a 1,00m ogni 3,00m di altezza. Il terreno sarà inoltre posto in opera debitamente compattato a strati di altezza pari a metri 0.50.

Alternativa progettuale A.1.1d

La variante progettuale A.1.1.d prevede l'arrivo diretto alla torre della condotta DN 800 mm dal pozzetto partitore "C" eventualmente realizzato nei pressi della centrale idroelettrica Bau Pressiu. Il tracciato di posa sub-lacuale permetterà di mantenere lo stesso layout operativo della soluzione progettuale A.1.1b. Le varianti progettuali prevedono la posa in trincea della condotta DN 800 mm in arrivo alla torre, all'interno della quale l'immissione ed il sezionamento saranno garantiti dalla posa di valvola a farfalla DN 800 mm. Questa soluzione progettuale consentirà di utilizzare il pozzo intermedio del microtunnelling solo per le operazioni di spinta e di cambio pendenza della condotta in cls Di 200 cm. Infatti tale manufatto non sarà più interessato dall'arrivo e dall'interconnessione della condotta in arrivo dalla vasca di Campanasissa.

9.6.3 COLLEGAMENTI A MONTE PRANU

Le opere di collegamento a Monte Pranu permetteranno di ridurre i costi di gestione legati ai due impianti di sollevamento dalla diga Monte Pranu verso i manufatti di Tratalia, San Giovanni Sergiù, Giba e Masainas. Con le opere in progetto si potrà utilizzare il dislivello dall'invaso Bau Pressiu, con la realizzazione del sistema di pompaggio e turbinaggio Monte Pranu, descritto in apposito capitolo.

A valle del manufatto di pompaggio e turbinaggio verrà realizzato un apposito partitore, denominato manufatto "A". Tale manufatto, di dimensioni pari a 8,10m X 9,50m, intercetterà la condotta in acciaio DN

1000 mm di collegamento tra Monte Pranu e Bau Pressiu con una derivazione di pari diametro. Da tale derivazione verranno realizzate altre quattro linee costituite da condotte in acciaio DN 700 mm. All'interno del manufatto "A" saranno montate per ogni singola linea una serie di apparecchiature idrauliche costituite da valvola a farfalla, giunto di smontaggio, idrovalvola regolatrice di pressione di valle e misuratore di portata elettromagnetico.

Due linee in acciaio DN 700 mm saranno a servizio dei serbatoi di Tratalia e Giba, per mezzo di immissioni sull'esistente condotta DN 900 mm in acciaio. Il sezionamento sarà garantito da un pozzetto di dimensioni esterne 6,60m X 6,00m, denominato manufatto "B", contenente una valvola a farfalla DN 900 mm con relativo giunto di smontaggio. In direzione serbatoio Giba dovrà essere realizzato un by-pass sull'esistente impianto di sollevamento.

Un analogo layout, con manufatto denominato "C" di dimensioni esterne pari a 9,00m X 8,60m permetterà l'immissione sull'esistente condotta in acciaio DN 1500 mm a servizio delle vasche Masainas e del serbatoio di San Giovanni Sergiù. Anche in questo caso il sezionamento sarà garantito da apposita valvola a farfalla DN 1500 mm e relativo giunto. In direzione delle vasche Masainas potrà invece essere utilizzato l'esistente by-pass sull'impianto di sollevamento.

La condotta in acciaio DN 1000 mm di collegamento tra Monte Pranu e Bau Pressiu, inoltre, avrà la possibilità di essere collegata direttamente all'invaso Monte Pranu, sfruttando il canale di scarico esistente, previa rimozione delle opere in ferro poste all'interno dello stesso ed aventi funzione di dissipazione. La condotta sarà sdoppiata nella parte terminale e verrà collegata alle esistenti condotte di scarico. La funzionalità di tale opera consentirà la duplice funzione di presa ed immissione delle acque nell'invaso Monte Pranu.

9.7 SISTEMA POMPAGGIO TURBINAGGIO "MONTE PRANU"

La condotta in provenienza da Bau Pressiu incontrerà, in primis, nell'immediata vicinanza allo sbarramento di ritenuta in terra una centrale di turbinaggio e ri-sollevamento per lo sfruttamento della notevole energia potenziale assicurata dalla quota dell'invaso di Bau Pressiu o della vasca di Campanasissa in funzione delle scelte gestionali. Si tratta comunque di circa 200 m. di salto idraulico nel primo caso e di 255 m. nel secondo.

Il sistema di pompaggio – turbinaggio di Monte Pranu assolve ad una duplice funzione: turbinaggio della portata trasferita (fino a 2.000 l/s) ed il ri-sollevamento (invertendo, evidentemente, il senso del flusso idrico nella condotta) mediante distinte elettropompe nel limite di portata di 800 l/s dall'accumulo di Monte Pranu a quello di Bau Pressiu, fruendo del surplus energetico dell'annesso campo fotovoltaico da 2.500 kWp prodotto durante le ore diurne in cui il campo è asservito alle esigenze degli impianti d'irrigazione di Monte Pranu per i comprensori di Tratalias, San Giovanni Sergiù, Giba e Masainas. In questo modo, sfruttando le notevoli disponibilità dei due invasi artificiali, viene massimizzata la valorizzazione economica del sistema assicurando alle utenze di Monte Pranu una produzione idroelettrica nelle ore notturne, altrimenti scoperte dall'assenza di produzione del campo fotovoltaico.

Le opere di valorizzazione energetica saranno costituite da:

- un parco fotovoltaico da 2.500 kWp in grado di produrre circa 3.746 MWh all'anno. Esso sarà posizionato nella piana immediatamente a valle dell'esistente centrale di pompaggio e si svilupperà su una superficie di circa 7,5 ha. I pannelli saranno organizzati in due distinte linee di produzione fotovoltaica, la cui impiantistica di trasformazione sarà ubicata all'interno della centrale di turbinaggio/sollevarimento;
- una centrale idroelettrica da 1.500 kW complessivi organizzata mediante tre turbine tipo Francis di cui una da 750 kW, una da 500 kW ed una da 250 kW. Questa suddivisione costituisce, a nostro avviso, un più performante adattamento all'attuale normativa tariffaria. In tal senso mentre le due centrali più grandi saranno dedicate, insieme all'energia prodotta dal parco fotovoltaico, all'autoconsumo del sollevamento irriguo di Monte Pranu con scambio delle eccedenze, l'energia prodotta con la minore sarà invece interamente ceduta alla rete alla tariffa incentivata omnicomprensiva per gli impianti di taglia inferiore a 250 kW.

Alle turbine come sopra descritte saranno convogliati annualmente 22.220.880 mc di cui 16.000.000 derivanti dal trasferimento idrico tra i sub-bacini e 6.220.880 dal ripompaggio dal bacino di Monte Pranu per effetto del surplus energetico prodotta dalla centrale fotovoltaica. Tali volumi idrici saranno così destinati:

- 4.524.857 mc per il sussidio energetico del sollevamento irriguo di Monte Pranu quando non alimentato dal campo fotovoltaico;
 - circa 6.000.000 mc alla produzione idroelettrica dedicata a tariffa incentivata per complessivi 2.100.000 kWh già al netto degli autoconsumi di centrale;
 - circa 11.600.000 mc allo scambio con la rete per complessivi 6.100.000 kWh, sempre al netto degli autoconsumi di centrale.
- una centrale di sollevamento alimentata dalla produzione energetica del parco giornalmente e sussidiata dalla centrale idroelettrica nelle ore notturne modulata attraverso 4+1 pompe da 200 l/s ciascuna per il risollevarimento dei volumi idrici necessari con la dovuta modularità.

10 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLE OPERE IDRAULICHE

10.1 CRITERI DI EFFICIENZA IDRODINAMICA ED ECONOMICA DELLE CONDOTTE

La valutazione del diametro ottimale della condotta verrà effettuata mediante la caratterizzazione delle condizioni entro le quali si sviluppa il deflusso in moto permanente, approssimativamente contenuto in un range di velocità del fluido compreso tra 0,5 m/s e 2 m/s che è stato considerato il principale elemento di riferimento nella modellazione idraulica.

Per velocità inferiori al valore minimo si ha l'insorgere di fenomeni di sedimentazione delle particelle fini con conseguenti problemi di funzionamento degli organi accessori. Al contrario per velocità eccessive, superiori ai 2 m/s, si innescano i tipici problemi di natura idraulica e meccanica connessi alle situazioni di corrente veloce quali l'usura della parete interna, l'aumento delle spinte localizzate, le maggiori problematiche di cavitazione in corrispondenza dei cambi di geometrie e di sovrappressione in concomitanza dei transitori idraulici bruschi.

Per quanto concerne i tratti di condotte prementi l'analisi dimensionale viene effettuata secondo il criterio del diametro economicamente più conveniente utilizzando la nota relazione

$$\frac{dP}{dDn} = r \times \frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \times (C_i + C_e) = 0$$

laddove:

- P = passività dell'investimento (costo d'impianto + costo della gestione)
- Dn = diametro nominale della condotta
- C_i = costo d'impianto di sollevamento e condotta premente funzione del diametro Dn;
- C_e = costo energetico del sollevamento funzione delle perdite di carico a loro volta funzione del diametro Dn;
- i = tasso d'interesse finanziario
- n = numero d'anni di vita della condotta

10.2 CRITERI DI MODELLAZIONE IDRAULICA

La verifica idraulica delle condotte è effettuata utilizzando un primo approccio di carattere più speditivo (attinente alla presente fase di progetto di fattibilità tecnica ed economica) utilizzando formule di tipo monomio quale quella di Gauckler-Strickler per cui le perdite di carico distribuite possono essere definite come:

$$\Delta H [m] = \beta \times \frac{Q^2}{d^{5.33}} \times l$$

dove:

$$\beta = \frac{10.33}{c^2} \text{ con } c [m^{1/3} \times s^{-1}] = \text{coefficiente di scabrezza della tubazione secondo gli autori}$$

$Q [mc/s]$ = portata transitante nella condotta;

$d [m]$ = diametro della condotta

$l [m]$ = lunghezza della condotta

trascurando gli effetti delle perdite di carico concentrate e mediante un secondo approccio più accurato laddove si darà corso ad un modello di simulazione idraulica in grado di calcolare, date geometria e caratteristiche delle tubazioni, le pressioni ai nodi e le portate in ciascun tratto, considerando diverse configurazioni di prelievo, variabili nel tempo, e la presenza eventuale di pompe con le proprie curve caratteristiche.

A questo scopo, ed in questa fase progettuale, si utilizza il software Epanet (sviluppato da Water Supply and Water Resources Division of the U.S. EPA con “public domain software” che può essere liberamente scaricato, copiato e distribuito), largamente diffuso grazie all’affidabilità e stabilità dei risultati di modellazione del comportamento idraulico e qualità delle acque all’interno di un sistema di distribuzione di acqua in pressione. Esso è in grado di dare informazioni sulla portata d’acqua in ogni tubo, sulla pressione in ogni punto di intersezione fra più tubi, il livello raggiunto dall’acqua in ogni serbatoio durante una simulazione. Epanet è stato sviluppato da Water Supply and Water Resources Division (formerly the Drinking Water Research Division) of the U.S. Environmental Protection Agency’s National Risk Management Research Laboratory ed è un programma “public domain software” che può essere liberamente scaricato, copiato e distribuito.

La verifica idraulica del sistema idrico in argomento sarà modellata mediante il sopraccitato strumento di calcolo come un composto da archi (LINKS), connessi tra di loro tramite nodi (NODES): gli archi possono essere di tre tipi (tubi , pompe ,valvole) così come i nodi che, oltre ad essere semplici punti di giunzione tra tubi , possono essere punti di prelievo (nodi di domanda) , di immissione (nodi sorgente) o di conservazione (nodi di accumulo) dell’acqua.

La perdita di carico distribuita all’interno delle tubazioni (PIPES) è espressa dalla relazione monomia:

$$h_L = A \cdot q^B$$

dove:

- h_L è la perdita di carico,
- q indica la portata,
- A è un coefficiente di resistenza
- B l’esponente della portata.

	Coefficiente di resistenza (A)	Esponente della portata (B)
Hazen-Williams	$4.727 \cdot C^{-1.852} \cdot d^{-4.871} \cdot L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0252 \cdot f(\varepsilon, d, q) \cdot d^{-5} \cdot L$	2

Chezy-Manning	$4.66 \cdot n^2 \cdot d^{-5.33} \cdot L$	2
----------------------	--	---

e con:

- C : coefficiente di rugosità di Hazen-Williams
- ε : coefficiente di rugosità di Darcy-Weisbach
- n : coefficiente di rugosità di Chezy-Manning
- f = fattore d'attrito, dipendente da ε , d e q
- L = lunghezza del tubo
- d = diametro del tubo

Il calcolo idraulico delle tubazioni è effettuato secondo la formula di Darcy-Weisbach:

$$J = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

essendo λ la funzione di resistenza, ε la scabrezza assoluta e D il diametro della condotta.

Essa ha, secondo Colebrook-White, l'espressione :

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left(\frac{1}{3.715} \cdot \frac{\varepsilon}{D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

dove:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

con ν viscosità cinematica (che vale $1,01 \times 10^{-6}$ m²/s per acqua alla temperatura di 20°).

Le perdite di carico concentrate determinate oltre che dalle deviazioni angolari delle tubazioni alle valvole di controllo (VALVES) situate all'interno dei tubi (che possono essere rappresentate come completamente aperte o chiuse). Tramite Epanet è infatti possibile rappresentare valvole che controllano la pressione o la portata in specifici punti della rete idrica rappresentandole come archi di lunghezza insignificante, dei quali devono essere specificati il nodo a monte e quello a valle.

- Precisamente, è possibile rappresentare valvole che:
 - riducono la pressione dell'estremità a valle (sono utilizzate per far rientrare il valore della pressione al di sotto dei livelli consentiti, nel caso vengano superati a monte: se, invece, la pressione a monte rispetta i livelli massimi. Allora il flusso attraverso la valvola non subisce restrizioni: nel caso in cui la pressione nel nodo a valle sia maggiore di quella che si ha a monte, la valvola si chiude immediatamente per evitare che il flusso si inverta)
 - mantengono un valore minimo di pressione nel nodo a monte quando la pressione del nodo a valle sia al di sotto di tale valore; anche in questo caso, se la pressione di valle è maggiore del valore fissato la valvola non entra in funzione, mentre impedisce che il fluido inverta la sua direzione di scorrimento chiudendosi, se la pressione a valle supera quella a monte:
 - provocano una prestabilita perdita di pressione;
 - controllano la portata (limitano il flusso che scorre attraverso la valvola ad un quantitativo

specifico : nel caso in cui questa portata non possa essere mantenuta senza aggiungere del carico addizionale alla valvola Epanet emette un messaggio di avviso);

- simulano una parziale chiusura regolando il coefficiente delle perdite di carico concentrate della valvola stessa (valvole a farfalla); la relazione tra il grado di chiusura e il corrispondente coefficiente di perdita di carico è generalmente disponibile presso il produttore.

La relazione analitica che descrive le perdite di carico concentrate dovute alla maggiore turbolenza nei punti di giunzione, lungo le curve, presso valvole è una relazione, sempre di tipo monomio:

$$h_L = 0.0252 \cdot K \cdot q^2 \cdot d^{-4}$$

dove:

- K è il coefficiente di perdita di carico sperimentale tabellato,
- q è la portata,
- d è il diametro dei tubi.

L'equazione d'equilibrio idraulico ai nodi (NODES) è valutata dal codice di calcolo in forma statica a simulazione di una cisterna (RESERVOIR) o in forma dinamica (TANK) in funzione della variazione di afflusso e deflusso mediante la relazione:

$$\Delta y = \frac{q}{A} \Delta t$$

dove :

- Δy rappresenta la variazione nel livello d'acqua,
- q è la portata che entra (+) o esce (-) dal serbatoio,
- A indica l'area della sezione trasversale del serbatoio,
- Δt rappresenta l'intervallo di tempo.

Che viene risolta reiterativamente mediante l'equazione differenziale all'interno del time pattern definito:

$$\frac{dy_s}{dt} = \frac{q_s}{A_s}$$

La modellazione dell'intero sistema idraulico composto da una successione di archi e nodi avviene con il metodo del gradiente tramite il quale Epanet risolve le equazioni di continuità e di bilancio di energia che caratterizzano lo stato idraulico della rete ad un dato momento nel tempo.

Detto N il numero di nodi di una rete a pressione, e NF il numero di nodi a caratteristiche stabilite (serbatoi e bacini), la relazione tra le portate e la perdita di carico nel tratto tra il nodo i e il nodo j è data da:

$$H_i - H_j = h_{ij} = rQ_{ij}^n + mQ_{ij}^2$$

Ove, oltre al chiaro significato dei simboli, si sono indicate con r il coefficiente di resistenza per le perdite continue e con m il coefficiente di resistenza per le perdite concentrate. Il valore di r dipende dal tipo di formula utilizzato.

Per le pompe, la perdita di carico, negativa nel caso di incremento di pressione, può venire rappresentata tramite una legge esponenziale del tipo:

$$h_{ij} = -\omega^2 \left(h_0 - r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega} \right)^n \right)$$

ove h_0 è la prevalenza della pompa a portata nulla, ω è la velocità angolare relativa e r e n sono i coefficienti della curva della pompa.

Oltre al bilancio di energia occorre soddisfare l'equazione di continuità al nodo k data da:

$$\sum_j q_{kj} - D_k = 0$$

ove D_k è il prelievo al nodo k , convenzionalmente, la portata entrante verso il nodo è positiva.

Entrambe le equazioni devono essere soddisfatte per ogni nodo.

Il metodo del gradiente presuppone inizialmente un valore di tentativo della portata in ogni tratto che non deve necessariamente soddisfare alla continuità dei nodi. Ad ogni iterazione del metodo, nuove pressioni ai nodi vengono determinate tramite la soluzione del sistema:

$$\mathbf{AH} = \mathbf{F}$$

ove A è una matrice $N \times N$ sparsa simmetrica definita positiva.

Gli elementi diagonali della matrice sono:

$$A_{ii} = \sum_j p_{ij}$$

mentre i coefficienti non-diagonali, quando non nulli, assumono la forma:

$$A_{ij} = -p_{ij}$$

Ove p_{ij} è l'inverso della derivata della perdita di carico nel tratto tra i nodi i e j .

Per i tubi:

$$p_{ij} = \frac{1}{nr|Q_{ij}|^{n-1} + 2m|Q_{ij}|}$$

mentre per le pompe:

$$p_{ij} = \frac{1}{n\omega^2 r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega} \right)^{n-1}}$$

Ogni coefficiente del termine noto F invece è il bilancio tra la portata netta attraverso il nodo più un termine correttivo:

$$F_i = \left(\sum_j Q_{ij} - D_i \right) + \sum_j y_{ij} + \sum_f p_{if} H_{if}$$

ove l'ultimo termine si applica ad ogni nodo i connesso ad un nodo con livello di quota noto f come un bacino, mentre il termine correttivo y_{ij} è:

per i tubi:

$$y_{ij} = p_{ij} \left(r|Q_{ij}|^n + m|Q_{ij}|^2 \right) \operatorname{sgn}(Q_{ij})$$

mentre per le pompe è:

$$y_{ij} = -p_{ij}\omega^2 \left(h_0 - r \left(\frac{Q_{ij}}{\omega} \right)^n \right)$$

la funzione $\text{sgn}(x)$ vale 1 se $x > 0$ e -1 altrimenti (Q_{ij} è sempre positivo per le pompe).

Finita ogni iterazione, i nuovi valori di tentativo della portata vengono calcolati tramite

$$Q_{ij}^H = Q_{ij}^L - \left(y_{ij} - p_{ij}(H_i - H_j) \right)$$

fino alla convergenza.

In allegato alla presente relazione sono riportati i tabulati di calcolo del sistema idrico valutato più performante (A.1.1) evidenzianti i principali parametri idraulici utili alla valutazione della funzionalità idraulica del sistema e riferiti alla toponomastica utilizzata nei profili grafici.

10.3 CRITERIO DELLA VULNERABILITÀ IDRAULICA

La progettazione delle condotte per i grandi trasferimenti idrici deve essere valutata anche in relazione al rischio idraulico che ad esse è connesso al fine di una sua mitigazione attraverso opportuni accorgimenti.

Nel caso di specie si ritiene di applicare il criterio matriciale distinto per aste e per nodi per condotte in pressione ove sono poste a sistema la vulnerabilità dell'infrastruttura con la magnitudo del danno.

Per le aste la matrice sarà corredata l'analisi dei seguenti rischi e magnitudo di danno:

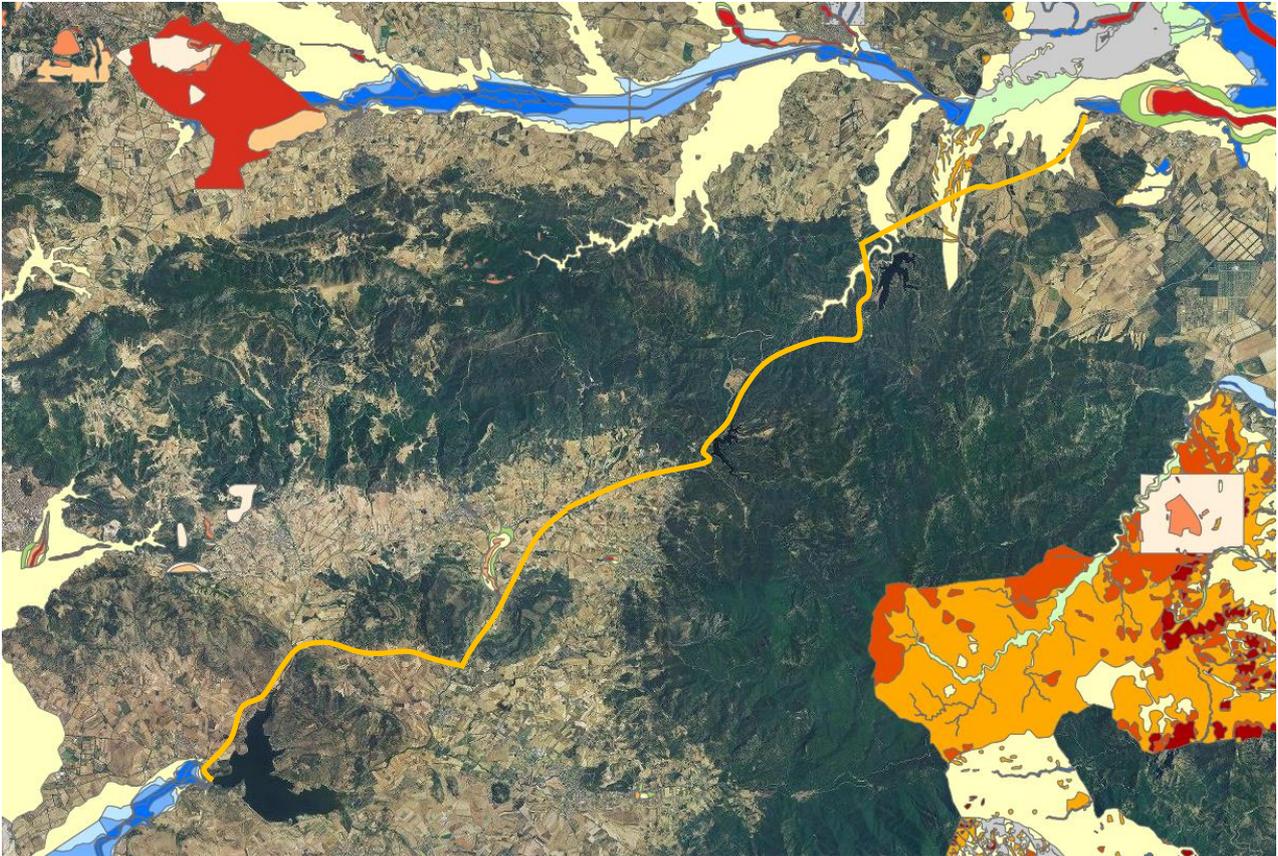
VULNERABILITA'	DANNO
rischio di rottura relativamente al tipo di condotta	presenza umana;
rischio sismico dei luoghi attraversati;	presenza di opere rilevanti di tipo puntuale;
rischio geomorfologico dei luoghi attraversati;	presenza di opere rilevanti di tipo lineare;
rischio idrogeologico dei luoghi attraversati;	presenza d'infrastrutture strategiche di tipo puntuale;
	presenza d'infrastrutture strategiche di tipo lineare;

L'analisi del rischio idrogeologico dei luoghi attraversati sarà effettuata attraverso una specifica mappatura dei siti censiti:

1. dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico approvate con Decreto del Presidente della Regione n. 35 del 27/04/2018 pubblicato sul BURAS n. 23 – Parte I e II del 03/05/2018 caratterizzate da:
 - rischio di pericolosità idrogeologica come definito dagli artt. 23 ÷ 26;
 - rischio di pericolosità idraulica come definito dagli artt. 27 ÷ 30ter;
 - rischio di pericolosità da frana come definito dagli artt. 31 ÷ 34;
2. dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali 2015;
3. dalla definizione degli ambiti ex legge Galasso connessi Decreti (Galassini),

L'analisi preliminare connessa al livello di progettazione evidenzia, peraltro, una scarsa soggezione del tracciato di progetto con tali situazioni di rischio tale da assicurare sull'assenza di esigenze progettuali

particolari incidenti su scelte o stime meritevoli di un'evidenza specifica differente da quanto sarà ordinariamente sviluppato nei successivi livelli di progettazione.



Cartografia PAI – Aree a rischio idrogeologico, idraulico e di frana ed interferenza con il tracciato progettuale della condotta

<input checked="" type="checkbox"/> Rischio Idraulico Rev. 41 (Rischio Alluvioni PAI) <input type="checkbox"/> Ri1 <input type="checkbox"/> Ri2 <input type="checkbox"/> Ri3 <input type="checkbox"/> Ri4	<input checked="" type="checkbox"/> Art. 8 Hi V.09 (Pericolo Alluvioni Art.8) <input type="checkbox"/> Hi1 <input type="checkbox"/> Hi2 <input type="checkbox"/> Hi3 <input type="checkbox"/> Hi4
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolo Idraulico Rev. 41 (Pericolo Alluvioni PAI) <input type="checkbox"/> Hi1 <input type="checkbox"/> Hi2 <input type="checkbox"/> Hi3 <input type="checkbox"/> Hi4	<input checked="" type="checkbox"/> Art.8 Hg V.09 (Pericolo Frana Art.8) <input type="checkbox"/> Hg0 <input type="checkbox"/> Hg1 <input type="checkbox"/> Hg2 <input type="checkbox"/> Hg3 <input type="checkbox"/> Hg4
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolo Geomorfologico Rev. 42 (Pericolo Frana PAI) <input type="checkbox"/> Hg0 <input type="checkbox"/> Hg1 <input type="checkbox"/> Hg2 <input type="checkbox"/> Hg3 <input type="checkbox"/> Hg4	<input checked="" type="checkbox"/> Aree Alluvionate "Cleopatra" V04 <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Rischio Geomorfologico Rev. 42 (Rischio Frana PAI) <input type="checkbox"/> Rg0 <input type="checkbox"/> Rg1 <input type="checkbox"/> Rg2 <input type="checkbox"/> Rg3 <input type="checkbox"/> Rg4 <input type="checkbox"/> V	<input checked="" type="checkbox"/> PSFF 2015 (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali) <input type="checkbox"/> A2: Tr < 2 anni <input type="checkbox"/> A50: Tr = 2 - 50 anni <input type="checkbox"/> B100: Tr = 50 - 100 anni <input type="checkbox"/> B200: Tr = 100 - 200 anni <input type="checkbox"/> C: Fascia Geomorfologica
	<input checked="" type="checkbox"/> Scenari Stato Attuale PGRA 2017 <input type="checkbox"/> TR < 50 anni <input type="checkbox"/> TR = 50 - 100 anni <input type="checkbox"/> TR = 100 - 200 anni

Cartografia PAI – Legenda aree a rischio idrogeologico, idraulico e di frana

Per quanto concerne i nodi il grado di rischio idraulico è definito in relazione alla classe di affidabilità in funzione dell'accessibilità e della manutenzione caratterizzante la parte impiantistica

L'indice di rischio risultante dalle singole aste e dai nodi connessi sarà qualitativamente caratterizzato dall'esito matriciale secondo le qualifiche:

- RISCHIO GRAVE
- RISCHIO ALTO
- RISCHIO MEDIO
- RISCHIO LIEVE

laddove situazioni di rischio grave o alto non potranno essere progettualmente accettate e dovranno essere attenuate mediante interventi sul tracciato e l'introduzione di accorgimenti di tipo costruttivo (specie nel caso dei rischi di natura idrogeologica) quali:

- rinforzi strutturali eseguiti sulle condotte attraverso la calottatura in conglomerato cementizio;
- protezioni spondali specifiche mediante materassi lapidei tipo Reno in abbinamento a gabbioni metallici riempiti con materiale lapideo (*tav. PF. 9.7*),

o di tipo funzionale quali sezionamenti, apparecchiature di regolazione ecc., mentre situazioni di rischio medio potranno essere accettate attraverso procedure di gestione consapevole.

10.4 CRITERIO DI DIMENSIONAMENTO DELLE APPARECCHIATURE IDRAULICHE DI LINEA

SCARICHI

Sono posizionati, generalmente, in prossimità dei flessi concavi della condotta e/o alle estremità di un attraversamento di particolare importanza, nonché in posizioni strategiche come gli incroci stradali principali e/o fine condotta.

Essi hanno lo scopo di scaricare la condotta in caso di necessità. Sono costituiti da:

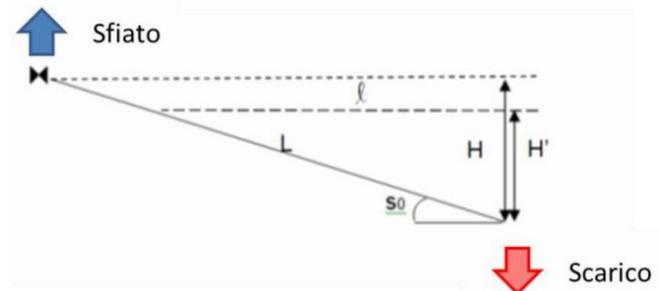
- T 2 bicchieri con diramazione flangiata, PN corrispondente a quello assegnato al tratto di condotta interessato;
- saracinesca intercettazione diramazione, PN corrispondente a quello assegnato al tratto di condotta interessato;
- eventuale riduzione flangiata, PN corrispondente a quello assegnato al tratto di condotta interessato;

Il dimensionamento degli scarichi è stato fatto con riferimento alle classiche formule della foronomia considerando al variazione di carico idraulico nel tempo fra due sezioni di tubazione.

Il diametro dello scarico è stimato considerando come ammissibile per lo svuotamento della tubazione quel valore che ne consenta un completo svuotamento in tempi consoni con le lavorazioni da eseguirsi: circa 10 ore.

Si riporta nel seguito lo schema di calcolo utilizzato. Il tempo di svuotamento è calcolato per integrazione numerica delle equazioni.

$$\begin{aligned}
 H_n &= H_{n-1} - dh \\
 Q_n &= \mu \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \sqrt{2gH_n} \\
 l_n &= \frac{H_n}{s_0} \\
 L_n &= \sqrt{H_n^2 - l_n^2} \\
 V_n &= L_n \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \\
 dV_n &= V_n - V_{n-1} \\
 t_n &= \frac{dV_n}{0.5(Q_n + Q_{n-1})}
 \end{aligned}$$



Schema di calcolo di uno scarico

Considerando che lo scarico avverrà con apertura graduale della saracinesca di estremità il diametro della tubazione di scarico sarà scelto in modo tale da limitare le depressioni massime in condotta.

SFIATI

L'aria entra nel circuito dell'acqua, sotto forma di emulsione, in un luogo dove la pressione è prossima alla pressione atmosferica; è trasportata sotto forma di bolle o disciolta nell'acqua e se la pressione di quest'ultima aumenta, aumenta proporzionalmente la solubilità dell'aria nell'acqua. L'aria trasportata

dall'acqua va a concentrarsi nei punti alti della condotta se non è prima separata nelle tubazioni.

Nei punti alti (quindi ad una pressione inferiore), all'aria trasportata si aggiunge quella degasata dall'acqua; anche la perdita di carico fa cadere la pressione nella condotta, provocando il degasaggio dell'aria disciolta.

Sono costituiti da:

- T 2 bicchieri con diramazione flangiata, PN corrispondente a quello assegnato al tratto di condotta interessato;
- saracinesca intercettazione diramazione, PN corrispondente a quello assegnato al tratto di condotta interessato;
- eventuale riduzione flangiata, PN corrispondente a quello assegnato al tratto di condotta interessato;
- curva a sedia da 90°, PN corrispondente a quello assegnato al tratto di condotta interessato;
- sfiato, PN corrispondente a quello assegnato al tratto di condotta interessato, completo di nicchia e chiusino in ghisa.

Gli sfiati possono essere di tre tipologie differenti:

- di degasaggio: viene utilizzato nelle condotte in pressione per l'espulsione di aria o emulsione di aria e acqua accumulate durante il normale servizio. Deve essere installato su ogni picco presente sulla condotta inteso come cambio di pendenza;
- doppia funzione: viene installato sulle condotte per evacuare grandi quantità di aria durante la fase di riempimento delle stesse e permettere l'ingresso di grandi quantità d'aria durante lo svuotamento;
- tripla funzione: raggruppa in un'unica apparecchiatura le funzioni caratteristiche sia dello sfiato automatico di riempimento e svuotamento sia dello sfiato di degasaggio.
- La presenza dell'aria nelle tubazione può dare origine a:
 - riduzione della sezione di deflusso
 - fenomeni di colpo d'ariete dovuti all'espansione della bolla d'aria e al suo spostamento;
 - disinnescio di pompe.

La letteratura è d'accordo nello stimare intorno al 2% della portata d'acqua il volume d'aria da eliminare su una condotta idrica.

L'origine dell'aria nelle condotte è dovuta sostanzialmente a due cause:

1) *cause accidentali:*

- messa in servizio di una condotta nuova;
- riattivazione di una condotta già posata;
- riempimento di una condotta parzialmente vuota (dopo una riparazione).

2) *cause di utilizzo:*

- aria aspirata nella condotta dalla vasca di carico in testa;
- aria che entra dalle guarnizioni dei giunti;
- aspirazione d'aria in emulsione nell'acqua di un bacino, questa emulsione viene provocata dal movimento stesso dell'acqua.

Normalmente l'aria deve entrare o uscire dalla condotta a seconda delle condizioni di utilizzo:

- l'aria deve uscire:
 - all'attivazione della condotta.
- L'aria deve entrare:
 - quando vi è una rottura della condotta con fuoriuscita d'acqua (rottura causata da scavi attigui, smottamento o assestamento del terreno);
 - apertura accidentale della saracinesca a valle durante lo svuotamento della condotta.

La presenza d'aria in una condotta compromette il funzionamento dell'impianto e causa danni a

- volte irreparabili:
- interruzione totale o parziale della portata a causa di una sacca d'aria in un punto alto,
- colpi d'ariete dovuti all'espansione della bolla d'aria o alla sua migrazione lungo la condotta.

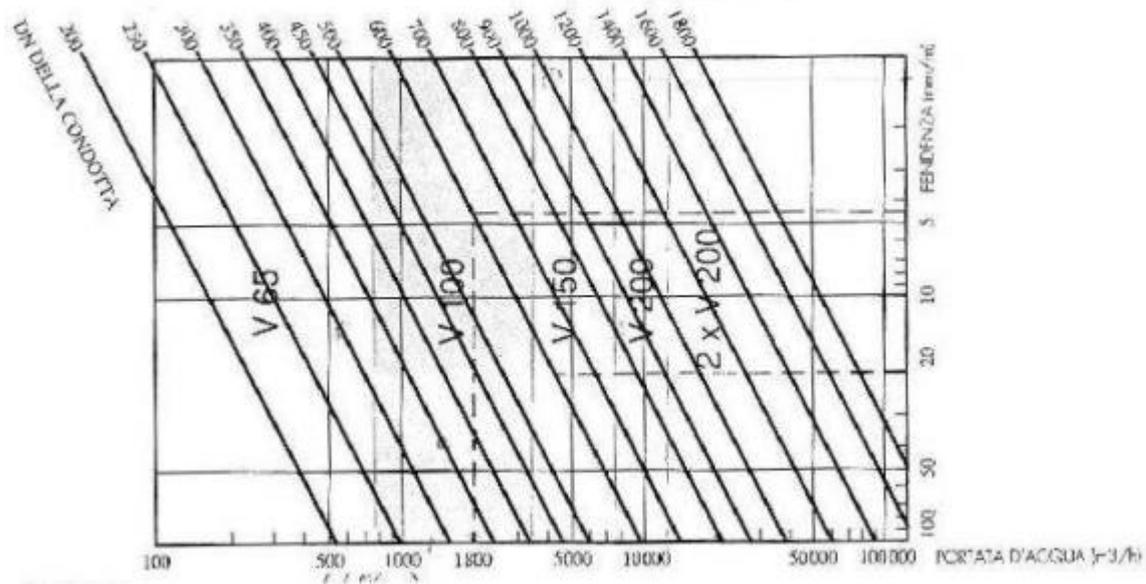
Se alcune perturbazioni originano solamente dei fastidi, i colpi d'ariete possono essere fatali alle condotte o alle apparecchiature.

Nel caso specifico, la condotta forzata ha tratti in discesa ed in salita con la presenza di punti convessi dove l'aria trasportata potrebbe accumularsi. Risulta quindi indispensabile inserire degli sfiati "a tre funzioni" distribuiti con criterio lungo la condotta.

Le tre funzioni di questo tipo di sfiato sono:

- scarico automatico dell'aria al momento del riempimento della condotta;
- degasaggio continuo: funzionamento come spurgo;
- introduzione di grandi portate d'aria al momento dello svuotamento della condotta, per evitare la messa in depressione della stessa.

La distribuzione degli sfiati lungo la condotta viene fatta in modo da espellere l'aria nei punti convessi (alti) e, indicativamente, ogni circa 600 m lineari di tubazione nonché limitare la depressione massima a 0.3 bar per una portata risultante dal deflusso libero su una data pendenza (rottura libera di una condotta di $\varepsilon = 0.1$ mm, con la formula di Colebrook) secondo il seguente abaco:



Abaco per il dimensionamento degli sfati in condotta

10.5 CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE D'ANCORAGGIO DELLA CONDOTTE

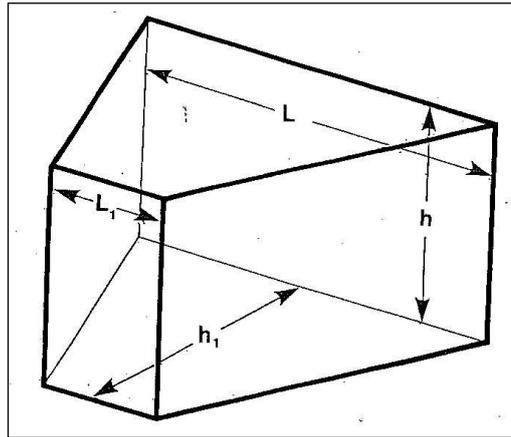
I blocchi di ancoraggio della condotta, previsti a tipologia portante, consentono di assorbire la spinta idrostatica che si verifica sul piano orizzontale e verticale in relazione alle varie situazioni di carico che possono verificarsi relative a differenti angoli di curvatura della condotta medesima.

I blocchi sono dimensionati suddividendoli per classi tipologiche individuate in funzione dell'angolo al centro della curva e del carico idrostatico agente. Essi saranno realizzati con calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- classe di esposizione e durabilità: XC2
- rapporto (a/c) max: 0,50;
- classe minima di resistenza caratteristica a compressione C25/30 – Rck 30 N/mm²;
- classe di consistenza: S3;
- contenuto minimo di cemento: 350 kg/m³;
- Dmax dell'aggregato: 32 mm;
- copriferro minimo nominale: 5 cm;
- la resistenza alla penetrazione all'acqua (come da norme ISO 7031) deve essere:

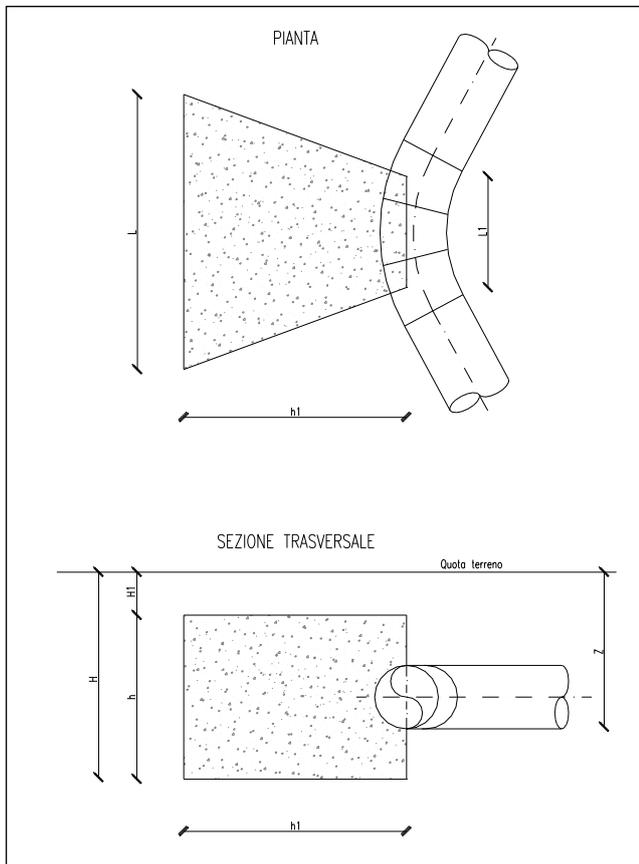
$$R_{pmax} < 50 \text{ min}; R_{pmed} < 20 \text{ min}$$

I blocchi di ancoraggio in progetto dal punto di vista dimensionale sono stati rappresentati secondo lo schema generale riportato in figura.

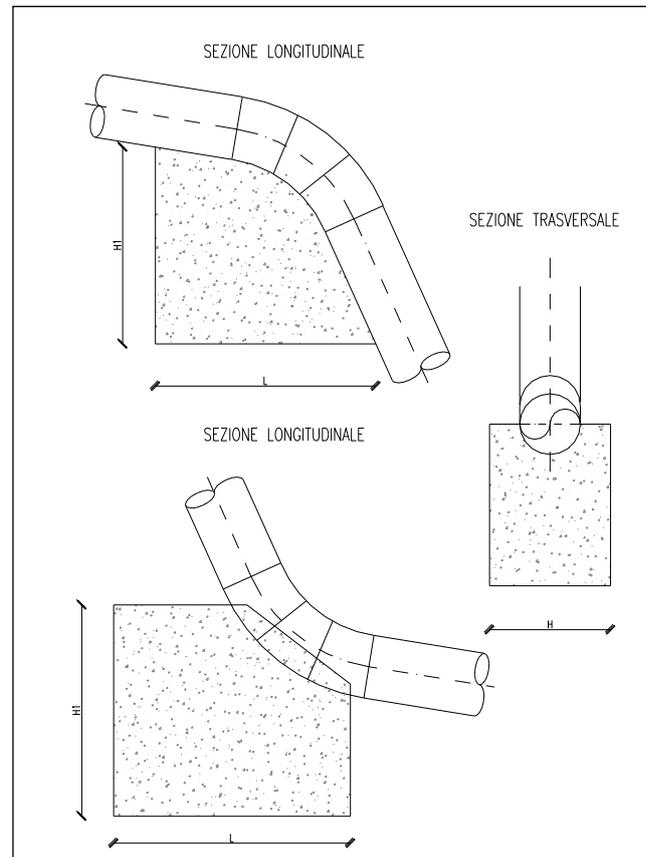


Schema tipo del blocco di ancoraggio

Nelle figure a seguire sono, invece, indicati gli schemi tipologici dei blocchi previsti in progetto:



Schema tipo del blocco di ancoraggio orizzontale



Schema tipo del blocco di ancoraggio verticale

Dimensionamento

Ai fini del dimensionamento e della verifica a stabilità dei blocchi d'ancoraggio in progetto deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$R < Sp + \omega \cdot G$$

dove:

R : spinta risultante trasferita al blocco determinata dalla condotta in pressione

Sp : spinta passiva resistente del terreno a tergo del blocco

G : peso proprio del blocco d'ancoraggio

ω : coefficiente di attrito calcestruzzo blocco – terreno

Il valore della risultante della spinta sulla condotta e, quindi, trasferita al blocco è ottenuta dalle seguenti formule:

$$R = 2P \sin \frac{\alpha}{2};$$

$$P = p \cdot \frac{\pi}{4} DN^2$$

dove:

α : angolo di deviazione dei due tronchi rettilinei di tubazione contigui

P : spinta parallela all'asse del tubo

p : pressione di prova, 1,5 pressione di esercizio

In ragione delle caratteristiche geometriche dei blocchi si è assunto coincidente il punto di applicazione della risultante R e del peso G del blocco.

La composizione delle forze agenti consente di definire il valore della risultante complessiva (R + G) delle azioni, secondo la seguente relazione:

$$(R + G) = \sqrt{R^2 + G^2}$$

L'inclinazione della risultante è pari a:

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{R}{G} \right)$$

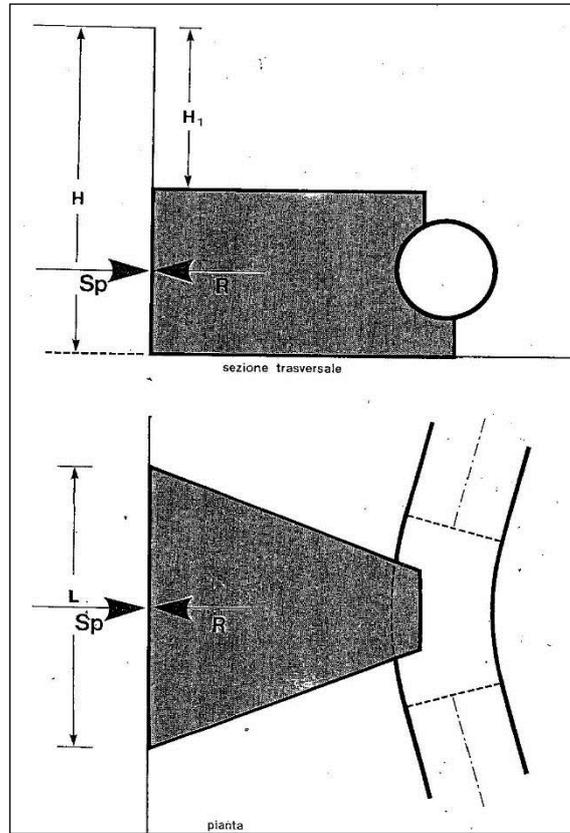
La spinta passiva Sp è, invece, quella che si determina lateralmente in uno scavo verticale allorché viene realizzato un manufatto che tende a comprimere la parete verticale dello scavo stesso.

Tale spinta, propriamente, dovrà, quindi, intendersi come azione di resistenza e di contrasto del terreno, determinabile mediante la teoria di Rankine, secondo le seguenti ipotesi:

- superficie di scorrimento di forma piana;

attrito calcestruzzo – suolo nullo, cioè assenza di tensioni tangenziali di contrasto fra blocco di ancoraggio – terreno e applicazione della spinta passiva perpendicolarmente alla struttura

Con queste considerazioni si ammette che la propagazione della rottura avvenga contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento e la rottura sia indipendente dalla deformazione del terreno poiché la resistenza di quest'ultimo dipende esclusivamente dai parametri di coesione e dall'angolo di attrito interno assunti costanti e caratteristici dello stato rigido plastico perfetto considerato.



Schema di calcolo della spinta passiva delle terre

Il contrasto fornito dal terreno (spinta passiva Sp) si ottiene, pertanto, per mezzo del calcolo della risultante:

$$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot (y^2 - y_1^2) \cdot L \cdot kp + 2c \cdot (y - y_1) \cdot L \cdot \sqrt{kp}$$

dove:

y = profondità di posa del blocco misurata dal piano di reinterro finale

y_1 = differenza di quota tra il piano di reinterro finale e la sommità del blocco d'ancoraggio

L = lunghezza in pianta del blocco d'ancoraggio

kp = coefficiente di spinta passiva

11 PARAMETRI DI PROGETTO E CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE STRUTTURALI

Il presente capitolo riporta la caratterizzazione strutturale delle costruzioni previste in attuazione con i presenti lavori, descrivendo i parametri di progetto, le tipologie strutturali, i modelli di calcolo e i criteri di dimensionamento e verifica da adottare per soddisfare i requisiti di sicurezza previsti dalle norme tecniche, nonché l'azione sismica di progetto, tenendo conto delle condizioni stratigrafiche e topografiche attese del

sito.

In questa fase preliminare di progettazione vengono, inoltre, forniti gli indirizzi metodologici, di calcolo e tecnico-costruttivi per le componenti strutturali e geotecniche delle costruzioni in progetto, in conformità alle disposizioni della normativa tecnica vigente (N.T.C.-2018), congiuntamente alle indicazioni e agli indirizzi circa le caratteristiche tipologico-costruttive delle fondazioni e delle strutture portanti delle opere.

11.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE E LORO RILEVANZA STRUTTURALE

Le costruzioni in progetto sono sostanzialmente caratterizzate da manufatti principalmente adibiti alla regolazione idrica e al contenimento d'acqua, parzialmente interrati, realizzate in c.c.a. gettato in opera e prefabbricato e contraddistinte da un'organizzazione strutturale di tipo scatolare e a platea e pareti / setti collaboranti e con vincolo di incastro e con tipologia strutturale a pareti singole o accoppiate o mista a telaio-pareti ai sensi del paragrafo 7.4.3.1 delle NTC-2018.

Gli interventi, dal punto di vista strutturale, in riferimento alla categoria prevalente di opere strutturali (opere in c.c.a. di nuova costruzione), possono essere principalmente classificati quali **interventi di nuova costruzione – opere in c.c.a. per contenimento liquidi non aggressivi e manufatti di regolazione idraulica**, ai sensi del *paragrafo 4.1 del D.M. 17.01.2018*. Saranno, inoltre, previste **opere geotecniche di sostegno** (muri e paratie provvisionali in micropali a sostegno dei fronti scavo) per la cui progettazione si dovrà fare riferimento principalmente al *paragrafo 6.5 delle N.T.C.-2018*.

Le fondazioni dei vari manufatti faranno, altresì, generalmente riferimento alle **opere di fondazione superficiali di tipo diretto**, ai sensi del *paragrafo 6.4.2 delle N.T.C.-2018*. Potranno essere localmente previsti anche **sistemi di fondazione di tipo misto**, con l'inserimento di pali o micropali di fondazione, ai sensi del *paragrafo 6.4.3. delle N.T.C.-2018*. Per la progettazione nei confronti delle **azioni sismiche** si farà, infine, principalmente riferimento ai *paragrafi 7.4 (costruzioni di calcestruzzo) e 7.11 (opere e sistemi geotecnici) delle N.T.C.-2018*.

Le costruzioni caratterizzate da una maggiore rilevanza strutturale e sulle quali, nelle successive fasi di progettazione, verranno condotte le opportune verifiche e dimensionamenti strutturali e geotecnici saranno, quindi, costituite dalle seguenti opere, riportate in ordine da monte verso valle:

- Stazione di sollevamento di Cixerri.
- Vasca di carico e compenso idraulico di Medeau Zirimillis.
- Stazione di sollevamento di Medeau Zirimillis.
- Vasca di carico e compenso idraulico di Campanasissa.
- Centrale idroelettrica di Bau Pressiu.
- Torre di presa e immissione in corrispondenza dell'invaso Bau Pressiu, con galleria per la posa delle condotte da realizzarsi in microtunneling.
- Edificio di sollevamento e turbinaggio di Monte Pranu.

Sono, infine, previste opere secondarie caratterizzate da una minore rilevanza strutturale, quali pozzetti di

regolazione e partizione idraulica e manufatti analoghi, per i quali potrà essere ritenuta più che sufficiente e consona l'assunzione di sezioni e armature compatibili con le percentuali minime previste da normativa e conformi a dettagli costruttivi delle N.T.C. (capitoli 4 e 7). Si farà, inoltre, riferimento a comprovate esperienze costruttive assunte nella progettazione e direzione lavori di manufatti analoghi per forma, dimensioni, azioni agenti e funzionalità.

11.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano nel seguito i principali riferimenti normativi in materia di costruzioni ai quali dovrà, in generale, fare riferimento la progettazione definitiva ed esecutiva delle opere:

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e ss.mm.ii. – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Ordinanza n. 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20.03.2003 e ss.mm.ii. – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.-2018).
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- D.M. 26.06.2014 – Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse).
- UNI EN 1991-1 e UNI EN 1990: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- UNI EN 1992-1-1: Eurocodice 2 – Strutture in calcestruzzo.
- UNI EN 1993-1: Eurocodice 3 – Strutture in acciaio.
- UNI EN 1996-1 / 1996-2 / 1996-3: Eurocodice 6 – Strutture in muratura.
- UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Regole generali.
- UNI EN 1997-2/3: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Progettazione assistita da prove di laboratorio e da prove in sito.
- UNI EN 1998-1: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

Ad integrazione dei predetti riferimenti normativi si farà, anche, riferimento alle seguenti Norme di scala Regionale, istruzioni applicative e comprovate linee guida:

- D.G.R. 30 marzo 2004, n. 15/31 – Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 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".
- Istruzioni del Consiglio Superiore dei LL. PP..
- Linee guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP..
- Istruzioni e i documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche – Gruppo Nazionale per la

Difesa dai Terremoti (CNR – GNDT).

- Istruzioni e linee guida Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento di Protezione Civile, in collaborazione con ITC (Istituto per le Tecnologie delle Costruzioni) e il Consorzio ReLUIS (Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica).
- Norme UNI in materia di materiali da costruzione e per uso strutturale in vigore.

11.3 MATERIALI PER USO STRUTTURALE

Per quanto riguarda le caratteristiche del **calcestruzzo per uso strutturale** tutti i manufatti in c.c.a. e in c.a.v. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE o equivalente che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006. In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa, pertanto, esclusivamente la fornitura di cementi rispondenti a tali prescrizioni.

Per quanto concerne la durabilità delle opere ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI-EN 206-1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato. In via preliminare si possono individuare le seguenti classi di esposizione e durabilità e classi di resistenza caratteristica a compressione minime:

- Calcestruzzo destinato a getti in opera di strutture prevalentemente immerse in acqua o nel terreno:
 - classe di esposizione e durabilità: XC2 (UNI EN 11104);
 - classe minima di resistenza caratteristica a compressione C25/30;
 - classe di consistenza al getto: S4.
- Calcestruzzo destinato a getti in opera per il contenimento o a contatto di acqua:
 - classe di esposizione e durabilità: XC4 (UNI EN 11104);
 - classe minima di resistenza caratteristica a compressione C32/40;
 - classe di consistenza al getto: S4.
- Calcestruzzo destinato alla realizzazione di manufatti prefabbricati in c.c.a. / c.a.v.:
 - classe di esposizione e durabilità: XC2 (UNI EN 11104);
 - classe minima di resistenza caratteristica a compressione C28/35;
 - classe di consistenza al getto: S4.
- Calcestruzzo destinato alla realizzazione delle condotte in c.a. per microtunneling:
 - classe di esposizione e durabilità: XC4 (UNI EN 11104);
 - classe minima di resistenza caratteristica a compressione C40/50;
 - classe di consistenza al getto: S4.

L'**acciaio per calcestruzzo armato** sarà previsto di tipo B450C ai sensi delle N.T.C.-2018.

Le **strutture in carpenteria metallica** per uso strutturale saranno generalmente realizzate in acciaio da carpenteria avente **classe S355** mentre per parapetti, grigliati, ecc. si utilizzerà un acciaio di **classe S275**; profilati, tubolari e lamiere dovranno essere prodotti secondo la norma UNI EN 10025, UNI EN 10210, UNI

EN 10219 o norme equivalenti.

Gli elementi in **muratura portante** dovranno essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771 e, secondo quanto specificato al punto A del *paragrafo 11.1 del D.M. 17.01.2018*, recare marcatura CE, secondo adeguato sistema di attestazione della conformità e di verifica della costanza di prestazione con appartenenza almeno alla categoria II. Ai fini dell'esecuzione dei presenti lavori, ove necessario, potranno, quindi, essere impiegati solamente elementi resistenti in muratura portante, con percentuale di foratura $\phi \leq 45\%$ (elementi semipieni) conformi a quanto previsto dal *paragrafo 4.5.2.2. del D.M. 17.01.2018*.

11.4 LIVELLI DI SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

Le costruzioni in progetto saranno progettate in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione e la futura manutenzione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalla normativa tecnica vigente (N.T.C.-2018).

La sicurezza strutturale e le prestazioni attese delle opere dovranno, pertanto, essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la loro vita nominale, ovvero al raggiungimento delle condizioni per cui le stesse opere non soddisfano più le esigenze per le quali sono state previste. Le analisi di sicurezza strutturale saranno, quindi, condotte sia nei confronti degli **Stati Limite Ultimi (SLU)**, verificando cioè la capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, mettendo fuori servizio le costruzioni, sia nei riguardi degli **Stati Limite di Esercizio (SLE)**, accertando, quindi, la capacità delle strutture di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio e di servizio. La durabilità, intesa come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita utile delle opere, sarà garantita attraverso la scelta dei materiali da costruzione in conformità al capitolo 11 delle N.T.C.-2018 e mediante un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione future.

Con riferimento, quindi, a quanto disposto dai *capitoli 2 e 3 (tabelle 2.4.1, 2.4.2, 2.4.II e 3.2.I) e al paragrafo 7.1 del D.M. 17.01.2018*, ai fini della definizione dei livelli di sicurezza e delle prestazioni attese, alle costruzioni in progetto potranno essere attribuiti i seguenti parametri di riferimento:

- vita nominale: $VN \geq 50$ anni (tipo 2)
- classe d'uso: classe IV
- coefficiente d'uso della costruzione: $cu = 2,0$
- periodo di riferimento azione sismica: $VR = 100$
- stati limite da considerare nelle verifiche, in relazione all'azione sismica:
 - SLO: stato limite di esercizio di operatività, con probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR pari all'81% ($Tr = 60$ anni).
 - SLD: stato limite di esercizio di danno, con probabilità di superamento nel periodo di riferimento

VR pari all'63% ($T_r = 101$ anni).

- SLV: stato limite ultimo di salvaguardia della vita, con probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR pari al 10% ($T_r = 949$ anni).
- SLC: stato limite ultimo di collasso, con probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR pari al 5%.

L'accelerazione sismica di progetto sarà, inoltre, determinata in funzione degli eventuali fattori di amplificazione stratigrafica e topografica locali, valutati caso per caso. Si rimanda, comunque, al *capitolo 3* della presente relazione.

In riferimento al *paragrafo 7.2.1 delle N.T.C.* le costruzioni in progetto, soggette all'azione sismica, essendo prevalentemente interrato, prive di dispositivi dissipativi specifici e non essendone stimabili con precisione le capacità dissipative potenziali, saranno verificate in base ad un comportamento strutturale di tipo "non dissipativo", in cui gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni saranno cautelativamente calcolati, indipendentemente dalla tipologia strutturale adottata, senza tener conto delle possibili non linearità di comportamento dei materiali e della geometria delle costruzioni, attraverso un modello di comportamento sostanzialmente di tipo elastico lineare.

11.5 ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE

Le opere in progetto faranno riferimento ad una tipologia strutturale a pareti singole o accoppiate oppure a telaio misto pareti o ancora a sistemi di tipo scatolare, secondo tecniche realizzative consolidate e di comprovata validità. In particolare le costruzioni in esame saranno sostanzialmente caratterizzate da strutture parzialmente interrate realizzate in c.c.a. gettato in opera con forma e geometria regolare (simmetrica) sia in pianta che in elevazione, quali vasche di accumulo e compensazione, opere ed edifici di sollevamento, muri o pareti contro-terra, edifici di presa e regolazione idraulica, ecc..

Le fondazioni saranno generalmente di tipo superficiale-diretto e continue (platee o travi rovesce), mutuamente vincolate alle pareti e/o ai pilastri in elevazione con vincolo di tipo ad incastro. Le solette di copertura dei manufatti (per es. solaio di servizio torre di presa) potranno essere previste ad un'unica campata da realizzarsi in c.c.a. direttamente in opera. Saranno, inoltre, previsti sistemi di fondazione di tipo misto, con l'aggiunta di micropali di fondazione, esclusivamente per finalità di tipo geotecnico riguardanti la stabilità globale delle opere e l'ottimizzazione dei cedimenti differenziali e differiti a medio-lungo termine.

Gli edifici tecnici potranno, invece, essere realizzati con struttura portante in c.c.a. e/o in muratura di tipo portante (avente percentuale di foratura < 45%) e, come tale, potranno fare riferimento ad una tipologia strutturale a pareti e setti murari; in tal senso l'assorbimento delle forze sismiche sarà totalmente affidato ai setti in muratura portante progettualmente prevista, solidarizzata e in mutua collaborazione con la platea di fondazione e con i cordoli di copertura. Ai fini delle verifiche statiche e sismiche tali edifici, aventi forma e dimensioni tra loro analoghe, saranno, quindi, concepiti come delle strutture tridimensionali, in cui i sistemi resistenti di pareti di muratura, gli orizzontamenti e le fondazioni saranno collegati tra di loro in modo da resistere alle azioni verticali e orizzontali.

Le solette di copertura sia per quanto riguarda le opere di regolazione idraulica che per gli edifici tecnici e di sollevamento, saranno generalmente previste con struttura piena in c.a. gettato in opera, eventualmente con l'utilizzo di componenti prefabbricati (lastre, travetti precompressi e simili). In entrambi i casi dovrà essere assicurata un'efficace ripartizione delle azioni orizzontali in corrispondenza delle travi, dei cordoli e delle pareti perimetrali, in modo tale da assicurare un'appropriata resistenza e stabilità delle opere e un comportamento d'insieme di tipo "scatolare".

11.6 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLE AZIONI

Le azioni da considerare ai fini dei dimensionamenti strutturali delle opere in progetto possono essere nel seguito riassumibili:

- carichi permanenti dovuti al peso proprio dei materiali strutturali;
- carichi permanenti portati, non strutturali;
- azioni variabili (sovraccarichi) relativi alla destinazione d'uso delle opere e alle relative condizioni di esercizio;
- azione idrostatica e idrodinamica dell'acqua contenuta nei vari manufatti;
- spinta delle terre a tergo delle opere, valutata in condizioni sismiche;
- azione del vento;
- azione della neve;
- azione sismica, secondo il grado di sismicità caratteristico del sito di costruzione: zona sismica 4 ai sensi O.P.C.M. n. 3274/2003 e ss.mm.ii. e delle N.T.C.-2018.

11.7 METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA STRUTTURALE

La valutazione della sicurezza delle strutture in progetto in calcestruzzo armato aventi funzione idraulica verrà condotta secondo i principi fondamentali ed i metodi indicati al capitolo 2 del D.M. 17.01.2018. In particolare l'analisi strutturale, volta alla valutazione degli effetti delle azioni, potrà essere condotta mediante il metodo di **analisi elastica lineare** ai sensi del *paragrafo 4.1.1.1 delle N.T.C.-2018*, con lo scopo di stabilire la distribuzione delle forze interne, delle tensioni, delle deformazioni e degli spostamenti nelle strutture. La modellazione nei confronti delle azioni sismiche potrà essere svolta in condizioni **pseudo-statiche (analisi statica lineare)**, in riferimento ai *paragrafi 7.3.3.2 e 7.11.6.2.1 delle N.T.C.*

Per la determinazione degli effetti delle azioni, le analisi saranno, quindi, effettuate assumendo:

- sezioni interamente reagenti con rigidzze valutate riferendosi al solo calcestruzzo;
- relazioni tensione deformazione lineari;
- valori medi del modulo d'elasticità.

Per le costruzioni caratterizzate da un maggior grado di complessità l'analisi strutturale, volta alla valutazione degli effetti dell'azione sismica, potrà, inoltre, essere effettuata, in riferimento agli spettri sismici di progetto, mediante il metodo di **analisi dinamica lineare**, consistente:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione di questi effetti.

Ai fini della valutazione della resistenza ultima delle sezioni di elementi monodimensionali nei confronti di sforzo normale e flessione, si adotteranno, inoltre, le seguenti ipotesi:

- conservazione delle sezioni piane;
- perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima.

Relativamente ai metodi di calcolo, come già indicato in precedenza, si farà riferimento al metodo degli **stati limite**, secondo quanto previsto dal *D.M. 17.01.2018*. Le suddette norme saranno applicate integralmente anche per quanto riguarda i materiali e i prodotti, le azioni e il collaudo statico. Ai fini delle verifiche strutturali dovrà risultare sempre soddisfatta la seguente relazione:

$$R_d \text{ (Resistenza di progetto)} > E_d \text{ (Effetto delle azioni di progetto)}$$

dove R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate ed E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto delle azioni e ai coefficienti di combinazione come indicato nel § 2.5.3 delle *N.T.C.*.

In relazione a quanto sopra le analisi e le calcolazioni numeriche di progetto potranno essere condotte, ove possibile, con l'ausilio di modelli di calcolo semplificati, dai quali si giungerà a stabilire la distribuzione delle forze interne, delle tensioni, delle deformazioni e degli spostamenti nelle strutture in esame. La modellazione delle costruzioni caratterizzate, invece, da una maggiore complessità e valenza strutturale verrà, invece, implementata con l'ausilio di modelli di calcolo numerico agli elementi finiti.

12 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

12.1 GENERALITA'

Il presente capitolo descrive gli impianti elettrici che si prevede di installare nell'ambito del progetto ENAS Interconnessione dei sistemi idrici – Collegamento Tirso Flumendosa e Sulcis Iglesiente.

Gli impianti elettrici saranno alimentati dalla rete del Distributore E-Distribuzione attraverso POD in MT a 15 kV.

Viene previsto un punto di consegna in MT (POD - Point of Delivery) per ciascuna delle stazioni di pompaggio previste.

Enas verrà configurata come utente passivo e/o attivo in funzione della presenza di soli impianti di pompaggio (utente passivo) e/o in presenza di impianti di generazione (utente passivo e/o attivo).

I quadri di MT a 15 kV saranno quindi equipaggiati di SPG (sistema di protezione generale) in accordo alla Norma CEI 0-16, le cabine in cui è prevista la generazione di energia elettrica disporranno dei DDI (dispositivo di interfaccia), sempre come previsto dalle Norme CEI 0-16.

Per ogni stazione di pompaggio è prevista una cabina di trasformazione, le utenze principali (pompe), della potenza di centinaia di kW verranno alimentate a 6 kV per ridurre le correnti circolanti e le sezioni dei cavi di collegamento; tutte le altre utenze verranno alimentate a 400/230 V.

Per quanto riguarda gli impianti di generazione, al momento, è stato previsto che gli alternatori sincroni erogino la potenza generata a 400V.; in fase di ingegneria definitiva, anche in funzione degli STD dei costruttori dei package di generazione (Turbine, alternatori e quadri di potenza/controllo), si valuterà se innalzare la tensione al valore di 6 kV per evitare una doppia trasformazione per l'energia prodotta e consumata nella stazione stessa. L'energia non utilizzabile nella stazione stessa verrà ceduta alla rete del Distributore.

Per ciascuna cabina di alimentazione di sala pompe si prevedono le seguenti macchine / apparecchiature principali:

- Quadro di media tensione a 15 kV per il collegamento con la rete del distributore
- Trasformatori 15/6 kV per le alimentazioni principali
- Trasformatori 15/0,4 kV per le utenze minori (valvole motorizzate, FM, luce etc.)

- Quadro di MT a 6 kV per alimentazione dei convertitori di frequenza (Inverter come richiesti dal processo per le pompe regolate).
- Convertitori di frequenza a 6 kV.
- Soft Starter a 6 kV per le pompe non regolate.
- Quadro di BT per la alimentazione delle utenze a 400/230 V.
- Quadri ausiliari di BT (luce, etc)
- Quadri di automazione muniti di PLC e sistema locale di supervisione
- UPS per le utenze per cui deve essere garantita la continuità assoluta
- Quadri di rifasamento etc.

Le cabine e le sale pompe disporranno inoltre dei seguenti impianti ausiliari:

- Impianti luce e distribuzione prese di FM
- Rete di terra e captatore scariche atmosferiche (se necessario)
- Sistema di supervisione e telecontrollo
- Impianto di T/D (Trasmissione Dati)
- Impianto di rivelazione incendi
- Impianto di videosorveglianza
- Impianto antintrusione
- Alimentatori dell'impianto di Protezione Catodica a correnti impresse (se necessario)

12.1.1 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

Premessa

Il presente capitolo definisce le prescrizioni tecniche di carattere generale applicabili all'impianto elettrico in oggetto.

Conformità alle Norme

Ogni componente elettrico deve essere conforme alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Norme CEI che lo riguardano.

Per tutti i componenti elettrici che ricadono nel campo delle direttive CEE, in relazione alla Compatibilità Elettromagnetica e alla Bassa Tensione, è obbligatoria la presenza della marcatura CE. Detta marcatura implica la rispondenza del componente elettrico ai requisiti di sicurezza essenziali di tali direttive.

Per i componenti elettrici non soggetti a tali direttive, deve essere rilasciata dal fornitore (costruttore, importatore o mandatario), una dichiarazione di conformità attestante la costruzione a regola d'arte con l'indicazione delle Normative di riferimento. Si ricorda che per attestare la rispondenza alla regola dell'arte di un componente elettrico è sufficiente una dichiarazione di conformità redatta in conformità alla Norma UNI CEI EN 45014, la quale specifica che la dichiarazione può essere anche stampata o impressa in un comunicato, in un catalogo, in una fattura, nelle istruzioni per l'utilizzatore, riguardanti il prodotto considerato.

I componenti devono essere messi in opera tenendo conto delle condizioni che hanno influenzato la progettazione dell'impianto:

- ove necessario devono essere utilizzati gradi di protezione adeguati;
- quando i componenti elettrici sono raggruppati in un medesimo quadro, canale, cassetta, ecc. non devono essere causa di effetti dannosi ad altri componenti;
- i componenti devono essere adatti a sopportare i valori massimi di tensione, corrente e potenza sia in condizioni di ordinario esercizio che di guasto;
- i dispositivi di manovra e di protezione, se posizionati in modo da generare pericolo, devono portare chiare indicazioni per l'identificazione e il senso di manovra;
- le condutture devono essere tali che la corrente di impiego non provochi sovra-temperature all'isolante.

Accessibilità dei comandi

I componenti elettrici di comando, segnalazione e comunicazione, che devono essere utilizzati dalle persone per fruire liberamente degli ambienti e delle attività in essi svolte, devono essere individuabili in condizioni di scarsa visibilità e facilmente accessibili anche da parte di persona su sedia a ruote.

Detti componenti devono essere protetti dal danneggiamento per urto e posti ad altezze comprese tra i 40 e i 140 cm come indicato all'art. 4.13 della Guida CEI 64-50.

Prescrizioni riguardanti cavi e conduttori

Isolamento dei cavi di BT

Tutti i cavi da utilizzare nei sistemi di prima categoria devono essere idonei per tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiore a 600/1000V.

Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere idonei per tensione nominale non inferiore a 300/500V. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti per la tensione nominale maggiore.

Colori distintivi dei cavi

Tutti i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone. Possono essere utilizzati conduttori di colore rosso, viola o bianco esclusivamente per i conduttori di fase dei circuiti deviati/invertiti come collegamento tra i vari comandi.

Sezioni minime e cadute di tensione ammesse

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua".

Sezione minima dei conduttori neutri

La sezione dei conduttori neutri non sarà inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri potrà essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni delle Norme CEI 64-8.

Tubi e canali protettivi – percorso tubazioni – cassette di derivazione

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, saranno sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni saranno costituite da tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc., rispettando le seguenti prescrizioni:

- impianti sottotraccia: i tubi protettivi saranno in materiale termoplastico pieghevole serie pesante conformi alla Norma CEI 23-55;
- impianti a vista: i tubi protettivi saranno in materiale termoplastico rigidi conformi alla Norma CEI 23-54.

Il diametro interno dei tubi sarà pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione sarà aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo sarà sufficientemente grande da permettere di sfilare e rinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro non sarà inferiore a 16 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi consentirà un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve saranno effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi stessi.

Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale e secondaria e in ogni locale servito, la tubazione sarà interrotta con idonee cassette di derivazione.

Tutte le giunzioni dei conduttori saranno eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette saranno costruite in modo che, nelle condizioni di installazione, non sia possibile introdurre corpi estranei. Il coperchio delle cassette offrirà buone garanzie di fissaggio ed apribilità esclusivamente con attrezzo.

Sezionamento e comando

Ogni circuito deve essere sezionato dall'alimentazione: il sezionamento deve interrompere tutti i conduttori attivi.

Nei quadri alimentati da due o più sorgenti deve essere prevista, ad esempio, una scritta o un cartello ammonitore per avvertire della necessità di sezionare tutte le parti in tensione quando, per ragioni di manutenzione, si debba accedere alle parti attive.

Protezione contro i contatti diretti

Per garantire la protezione delle persone contro i pericoli derivanti da contatti con parti attive si possono utilizzare i seguenti sistemi di protezione:

Protezione mediante isolamento delle parti attive

Le parti attive devono essere completamente isolate. Tale isolamento può essere rimosso solo mediante distruzione. Deve resistere a sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto nel normale esercizio.

Tutti i componenti elettrici devono possedere almeno i seguenti gradi di protezione:

IPXXD (oppure IP4X) per tutte le superfici superiori orizzontali a portata di mano;

IPXXB (oppure IP2X) per tutte gli altri casi.

Se la protezione contro i contatti diretti è realizzata sul posto dall'installatore mediante barriere o involucri, si raccomanda che tra esse e le parti attive dei sistemi di 1° categoria (50 ÷ 1000 V) sia prevista una distanza di almeno 40 mm. Questa distanza può essere ridotta se le parti attive sono meccanicamente solidali con gli involucri o le barriere di materiale isolante.

L'utilizzo delle protezioni parziali (mediante ostacoli e distanziamenti) è ammesso solo in ambienti non accessibili al pubblico o in un armadio chiuso a chiave, privi però di interruttori di emergenza od altri componenti elettrici da manovrare da parte di persone non addestrate (rif. art. 752.47.1 della Norma CEI 64-8).

Protezione aggiuntiva con interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali con corrente differenziale I_d nominale $\leq 30\text{mA}$ possono essere considerati come protezione aggiuntiva contro i contatti diretti e da impiegare unitamente alla misura di protezione sopra descritta.

Protezione contro i contatti indiretti

Generalità

Saranno protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione, ma che a causa del cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti sarà previsto un impianto di terra al quale saranno collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra la protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata in ottemperanza alle prescrizioni della Norma CEI 64-8 413.1.3. In particolare dovranno essere utilizzati dispositivi di protezione tali che se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto

ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

U_0 è la tensione nominale in c.a. valore efficace tra fase e neutro;

I_{dn} è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella tabella di seguito in funzione della tensione nominale U_0 oppure in particolari condizioni entro un tempo convenzionale non superiore a 5 secondi. Nel caso di utilizzo di dispositivo differenziale la I_{dn} rappresenta la corrente differenziale nominale I_{dn} .

$U_0(V)$	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione di apparecchi di classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

Protezione contro le influenze esterne

In generale tutti i componenti elettrici devono essere adeguatamente protetti contro gli effetti dannosi presenti nell'ambiente nei quali sono installati (acqua, urti, ecc.). Per le torrette o calotte sporgenti e le scatole affioranti da pavimenti per la cui pulitura si prevedono spargimenti di liquidi, il fissaggio al pavimento deve assicurare almeno il grado di protezione IP52 (rif. ultimo paragrafo e relative note dell'art. 752.55.1 ed il commento all'art. 537.5.2 della Norma CEI 64-8). In mancanza di Norme specifiche il costruttore deve fornire le indicazioni di montaggio necessarie a garantire il grado IP previsto.

Nel caso di prese a spina per l'energia contenute all'interno di scatole affioranti da pavimenti sopraelevati o riportati (a pannelli accostati), per la cui pulitura non si prevedono spargimenti di liquidi, si richiede che le scatole assicurino, mediante la chiusura spontanea e stabile del coperchio:

grado di protezione IP4X sul contorno del coperchio, fatta eccezione per l'entrata dei cavi per la quale è ammesso il grado di protezione IP2X, qualora le prese in esse contenute siano installate con direzione di inserzione delle spine orizzontale (o prossima all'orizzontale);

grado di protezione IP5X sul contorno del coperchio, inclusa l'entrata dei cavi qualora le prese in esse contenute siano installate con direzione di inserzione della spina verticale (o prossima alla verticale);

le prese a spina installate all'esterno e soggette direttamente all'azione della pioggia devono avere grado di protezione non inferiore a IP43. Dove esiste probabilità di spruzzi si raccomanda un grado di protezione

IP44.

Protezione contro l'innescò e propagazione degli incendi

Tutti i componenti dell'impianto elettrico, comprese le condutture, devono essere scelti ed installati in modo da non presentare pericolo d'incendio per i materiali vicini, sia in servizio ordinario, sia in caso di guasto o di falsa manovra ed allo scopo devono essere osservate tutte le prescrizioni contenute nell'art. 751.04.1 della Norma CEI 64-8. I materiali isolanti costituenti scatole, cassette, quadretti, placche e coperchi che racchiudono componenti elettrici che possono raggiungere temperature superficiali pericolose o che sono tali da produrre archi o scintille nel loro funzionamento ordinario, devono avere superato le prove indicate dalle rispettive norme di prodotto e, in mancanza di queste, quelle indicate nella tabella al commento dell'art. 422 della Norma CEI 64-8 (per informazioni relative alle condizioni di installazione ed al grado di protezione IP delle scatole e cassette di cui sopra nella posa da incasso in parete, occorre fare riferimento al commento dell'art. 751.04.1 della Norma CEI 64-8).

Protezione delle condutture contro le correnti di sovraccarico

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi e da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere realizzata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 art. 433.2.

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una conduttura devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

dove:

I_f = corrente funzionamento del dispositivo di protezione nel tempo convenzionale

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = portata in regime delle condutture

I_b = corrente di impiego del circuito

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Protezione delle condutture contro le correnti di corto circuito

La protezione contro le correnti di corto circuito deve essere realizzata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 art. 434.

Devono essere utilizzati interruttori magnetotermici destinati ad interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la seguente relazione:

$$I_t \leq K^2 \times S^2$$

dove:

$\int I^2 dt$ = integrale di Joule, cioè l'energia lasciata passare da dispositivo di protezione per la durata del corto circuito

S = sezione del conduttore

K = coefficiente che varia con il variare del tipo di cavo:

- 115 per cavi in rame isolati in pvc
- 135 per cavi in rame isolati in gomma naturale o butilica
- 143 per cavi in rame isolati in gomma etilpropilenica e polietilene reticolato.

Inoltre gli interruttori devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

Protezione delle condutture contro le sovracorrenti: prescrizioni comuni

La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della conduttura
- alla fine della conduttura
- in un punto qualsiasi della conduttura

Per le condizioni seconda e terza si deve accertare che non vi siano né derivazioni, né prese a spina a monte della protezione e la conduttura risulti protetta contro i corto circuiti.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.

E' possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli, per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori, raddrizzatori con rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri.

In tali casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

Rete di terra

L'impianto di messa a terra sarà costituito da una rete comprendente la maglia intorno alla cabina sala pompe ed alla cabina di trasformazione (dispensore primario interrato) e l'impianto interno alla cabina elettrica ed alla sala pompe con i collegamenti dei quadri, delle macchine e delle apparecchiature (terra secondaria).

Impianto di rivelazione incendi e pulsante di sgancio

Nella sala quadri verranno installati anche rivelatori fumi e la relativa centralina che riceverà il segnale anche dai rivelatori posti nella cabina di trasformazione (quadri, trasformatori), nella sala quadri, nel locale pompe. L'impianto dovrà essere inoltre completo di pulsanti di allarme e rivelatori acustici, secondo la normativa vigente (UNI 9795).

La centralina verrà ubicata all'interno della sala quadri locale.

L'eventuale allarme verrà trasmesso attraverso combinatore telefonico ad un numero di sicurezza e in parallelo attiverà un allarme sul sistema di supervisione.

Impianto video sorveglianza

Nei pressi delle stazioni di pompaggio verranno installate telecamere di sorveglianza; queste saranno in grado di trasmettere le immagini a distanza, in modo che un operatore da remoto attraverso il video di un computer possa controllare la presenza personale non addetto ai lavori.

Nella sala pompe verrà posizionata una o più telecamere per monitorare fuoriuscite di acqua.

Quest'ultima/e saranno del tipo brandeggiabile e zoomabile per permettere la visione di tutta la sala.

Impianto antintrusione

Allo scopo di proteggere i locali sensibili degli impianti di pompaggio dall'intrusione di estranei si prevede di installare un impianto antintrusione nella cabina elettrica, nella sala quadri, nei locali box trasformatori.

L'impianto sarà costituito da sensori che rilevano l'apertura delle porte e trasmettono un segnale di allarme a un'apposita centralina, posta in cabina elettrica.

La centralina è dotata di combinatore telefonico che inoltra una chiamata a numero prestabilito (postazione remota da definire), entro un tempo di 30 s, in parallelo l'allarme verrà inviato anche al sistema di supervisione.

Il personale autorizzato sarà dotato di una tessera di prossimità per attivare e disattivare il sistema.

12.2 STAZIONE DI POMPAGGIO CIXERRI

Nella stazione di pompaggio di Cixerri è previsto un allacciamento ad Enel in media tensione a 15 kV con POD dedicato per l'alimentazione delle pompe di sollevamento.

La potenza richiesta all'asse del motore di ogni pompa è di 450 kW e l'alimentazione verrà erogata a una tensione di 6 kV.

La trasformazione 15/6 kV è prevista tramite 2 trasformatori da 1500 kVA, ognuno dei quali sottende 3 pompe.

Il funzionamento a pieno regime prevede l'utilizzo di 5 pompe e 1 di riserva; una corretta gestione di esercizio prevederà l'utilizzo a rotazione delle pompe stesse.

Per l'avviamento delle pompe è previsto l'utilizzo di soft starter.

Per le alimentazioni in bassa tensione verrà installato un trasformatore 15/0,4 kV da 100 kVA con un quadro QBT per le utenze poste all'interno della stazione di pompaggio.

Una sezione sotto continuità assoluta, ottenuta con l'impiego di un UPS da 5 kVA, garantirà il funzionamento delle luci di sicurezza, del sistema di supervisione e degli ausiliari dei quadri.

Nella stazione saranno installate le seguenti apparecchiature/macchine elettriche:

QMT	Quadro di ricezione MT 15 kV
QMT1	Quadro soft starter MT 6 kV
QMT2	Quadro soft starter MT 6 kV
TR1	Trasformatore 1500 kVA 15/6 kV
TR2	Trasformatore 1500 kVA 15/6 kV
TR3	Trasformatore 100 kVA 15/0,4 kV
QBT	Quadro bassa tensione 400 V
S1,S2,S3,S4,S5,S6	Soft starter 450 kW 6kV
UPS	Gruppo di continuità assoluta da 5 kVA

I due trasformatori principali saranno posizionati all'interno di box dedicati separati, con accesso verso l'esterno del fabbricato.

I quadri di media tensione e i soft starter saranno posti all'interno della sala quadri, mentre all'interno della cabina elettrica nel locale utente, saranno ubicati il quadro di bassa tensione e il trasformatore da 100 kVA.

Per la rappresentazione grafica si faccia riferimento allo Schema elettrico unifilare (doc. PF.11.) e alla Planimetria (doc. PF.10.).

12.3 STAZIONE DI POMPAGGIO MEDAU ZIRIMILLIS

Nella stazione di pompaggio di Medau Zirimillis è previsto un allacciamento ad Enel in media tensione a 15 kV con POD dedicato per l'alimentazione delle pompe di sollevamento.

La potenza richiesta all'asse del motore di ogni pompa è di 650 kW e l'alimentazione verrà erogata a una tensione di 6 kV.

La trasformazione 15/6 kV è prevista tramite 2 trasformatori da 2500 kVA, ognuno dei quali sottende 3 pompe.

Il funzionamento a pieno regime prevede l'utilizzo di 5 pompe e 1 di riserva; una corretta gestione di esercizio prevederà l'utilizzo a rotazione delle pompe stesse.

Per l'alimentazione delle pompe è previsto l'utilizzo di inverter, a causa della variabilità di prestazioni richieste alle pompe in termini di prevalenza e portata.

Per le alimentazioni in bassa tensione verrà installato un trasformatore 15/0,4 kV da 100 kVA con un quadro QBT per le utenze poste all'interno della stazione di pompaggio.

Una sezione sotto continuità assoluta, ottenuta con l'impiego di un UPS da 5 kVA, garantirà il funzionamento delle luci di sicurezza, del sistema di supervisione e degli ausiliari dei quadri.

Nella stazione saranno installate le seguenti apparecchiature/macchine elettriche:

QMT	Quadro di ricezione MT 15 kV
QMT1	Quadro inverter MT 6 kV
QMT2	Quadro inverter MT 6 kV
TR1	Trasformatore 2500 kVA 15/6 kV
TR2	Trasformatore 2500 kVA 15/6 kV
TR3	Trasformatore 100 kVA 15/0,4 kV
QBT	Quadro bassa tensione 400 V
INV1,INV2,INV3	Inverter pompe P1,P2,P3 650 kW 6kV
INV4,INV5,INV6	Inverter pompe P4,P5,P6 650 kW 6kV
UPS	Gruppo di continuità assoluta da 5 kVA

I due trasformatori principali saranno posizionati all'interno di box dedicati separati, con accesso verso l'esterno del fabbricato.

I quadri di media tensione e gli inverter saranno posti all'interno della sala quadri, mentre all'interno della cabina elettrica nel locale utente, saranno ubicati il quadro di bassa tensione e il trasformatore da 100 kVA.

Per la rappresentazione grafica si faccia riferimento allo Schema elettrico unifilare (doc. PF.14.10) e alla Planimetria (doc. PF.14.11).

12.4 CENTRALE ELETTRICA DI BAU PRESSIU

In prossimità del bacino di Bau Pressiu è prevista una centrale elettrica con una turbina da 300 kW per la produzione di energia da immettere in rete.

La centrale è costituita da un fabbricato di 18 m x 7 m in cui, oltre alla turbina stessa e al relativo quadro di comando, saranno ubicate le seguenti apparecchiature:

Quadro MT 15 kV di ricezione Enel all'interno del locale di consegna separato dal resto del fabbricato con accesso diretto dall'esterno per il personale Enel;

Quadro MT di trasformazione dell'utente collegato da linea in cavo con il precedente, ma all'interno del fabbricato;

Trasformatore TR1 di MT/BT 15/0,4 kV da 400 kVA per elevare la tensione dell'energia prodotta dalla turbina da immettere in rete;

Quadro di bassa tensione 400 V per la distribuzione della forza motrice e per l'impianto di illuminazione all'interno del fabbricato.

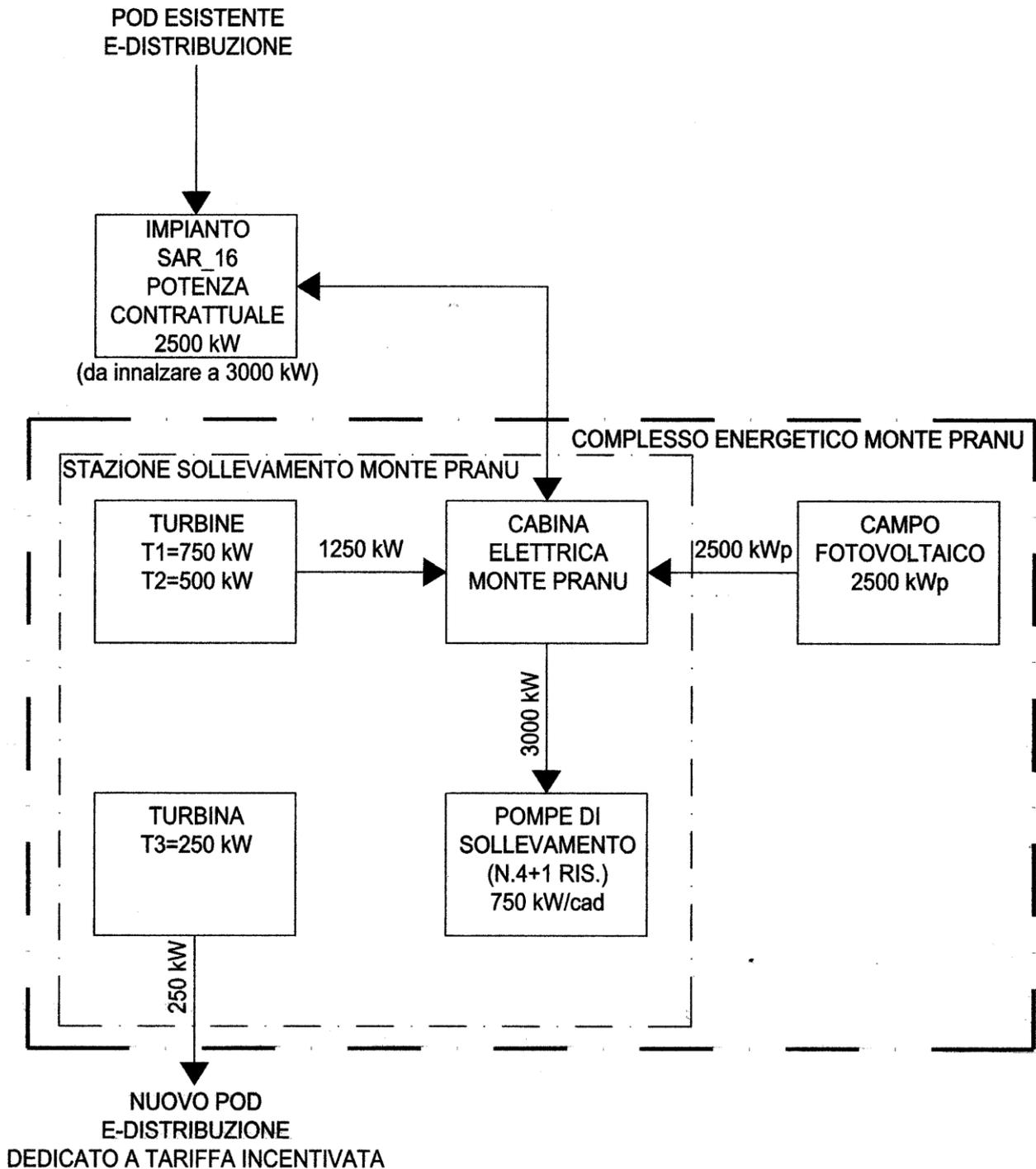
Per la rappresentazione grafica si faccia riferimento alla Planimetria (doc. PF.16.17).

12.5 STAZIONE DI POMPAGGIO/TURBINAGGIO MONTE PRANU

Nella stazione di pompaggio/turbinaggio di Monte Pranu è previsto un collegamento in media tensione a 15 kV alla stazione di pompaggio esistente ENAS denominata SAR _16 in modo da poter gestire tutto il nodo energetico a servizio anche delle utenze irrigue del Sulcis.

Un allacciamento ad Enel in media tensione a 15 kV con POD dedicato verrà invece richiesto per l'immissione in rete dell'energia prodotta da una turbina (T3) da 250 kW espressamente dedicata.

**SCHEMA A BLOCCHI
FLUSSI PRINCIPALI ENERGIA ELETTRICA
MONTE PRANU**



Nella stazione di pompaggio/turbinaggio sono installate pertanto n.5 pompe da 750 kW cadauna per il sollevamento dell'acqua al bacino, di cui 1 di riserva, n.3 turbine idrauliche da 750 kW (T1), da 500 kW (T2) e da 250 kW (T3).

Il sistema energetico di Monte Pranu è completato da un impianto fotovoltaico con potenza di picco di 2500 kWp.

Il quadro principale di media tensione QMT a 15 kV, posto all'interno della sala quadri del fabbricato, raccoglie il contributo delle 2 turbine T1 e T2 e del parco fotovoltaico, mentre alimenta le pompe di sollevamento P1,P2,P3,P4,P5..

La potenza richiesta all'asse del motore di ogni pompa è di 750 kW e l'alimentazione verrà erogata a una tensione di 6 kV.

La trasformazione 15/6 kV è prevista tramite 2 trasformatori (TR1 e TR2) da 2500 kVA, per le 5 pompe.

Alle due turbine T1 da 750 kW e T2 500 kW è dedicato il trasformatore TR4 15/0,4 kV da 1600 kVA, mentre il trasformatore TR5 15/0,4 kV da 400 kVA è dedicato alla turbina T3 per l'innalzamento della tensione da immettere in rete.

Il collegamento in media tensione comprenderà l'aggiunta di una sezione sul quadro esistente della centrale SAR_16 per ricevere la linea proveniente dalla nuova stazione di Monte Pranu.

All'interno del fabbricato della nuova stazione, il funzionamento a pieno regime prevede l'utilizzo di 4 pompe e 1 di riserva; una corretta gestione di esercizio prevederà l'utilizzo a rotazione delle pompe stesse.

Per l'avviamento delle pompe è previsto l'utilizzo di soft starter.

Per le alimentazioni in bassa tensione verrà installato un trasformatore (T3) 15/0,4 kV da 100 kVA con un quadro QBT per le utenze poste all'interno della stazione di pompaggio.

Una sezione sotto continuità assoluta, ottenuta con l'impiego di un UPS da 5 kVA, garantirà il funzionamento delle luci di sicurezza, del sistema di supervisione e degli ausiliari dei quadri.

Nella stazione saranno installate le seguenti apparecchiature/macchine elettriche:

QMT	Quadro di MT 15 kV
QMT1	Quadro soft starter MT 6 kV
QMT2	Quadro soft starter MT 6 kV
QMT3	Quadro MT 15 kV (turbina T3)
TR1	Trasformatore 2500 kVA 15/6 kV
TR2	Trasformatore 2500 kVA 15/6 kV
TR3	Trasformatore 100 kVA 15/0,4 kV
TR4	Trasformatore 1600 kVA 15/0,4 kV (turbine T1 e T2)
TR5	Trasformatore 400 kVA 15/0,4 kV (turbina T3)
QBT	Quadro bassa tensione 400 V
QEBT	Quadro bassa tensione 400 V (turbine T1 e T2)
S1,S2,S3,S4,S5	Soft starter 450 kW 6kV (pompe P1,P2,P3,P4,P5)
UPS	Gruppo di continuità assoluta da 5 kVA

I quattro trasformatori principali saranno posizionati all'interno di box dedicati separati, con accesso verso l'esterno del fabbricato.

I quadri di media tensione e i soft starter saranno posti all'interno della sala quadri, mentre all'interno della cabina elettrica nel locale utente, saranno ubicati il quadro di bassa tensione e il trasformatore da 100 kVA. Per la rappresentazione grafica si faccia riferimento allo Schema elettrico unifilare (doc. PF.18.10) e alla Planimetria (doc. PF.18.11).

12.6 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il capitolo descrive l'impianto fotovoltaico che verrà realizzato su un'area di 5 ettari circa (solo in parte utilizzata) in località Monte Pranu.

12.6.1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico produrrà energia elettrica da trasferire, mediante linea in cavo alla vicina cabina elettrica associata alla stazione di pompaggio di Monte Pranu.

Lo studio ha individuato la possibilità di realizzare 2 campi fotovoltaici della potenza di circa 1,25 MWp/cad, personalizzati, come potenzialità e geometria, per ottimizzare le caratteristiche geometriche del terreno in cui verranno installati; ciascuno di essi disporrà di propria cabina con quadri, inverter e trasformatori innalzatori.

Elenchiamo, di seguito, le scelte di base su cui è stato sviluppato lo studio di base:

- Pannelli fotovoltaici in silicio policristallino, in grado di erogare, in condizioni ottimali di installazione e insolazione 300 Wp/cad.
- Le dimensioni del singolo pannello, per dimensionare preliminarmente l'impianto, sono state considerate di 2.000 mm x 1.000 mm.
- I pannelli fotovoltaici verranno installati su strutture in carpenteria metallica a circa 1m di altezza dal terreno, realizzate in acciaio zincato o in altro materiale non soggetto alla corrosione.
- L'intero impianto, della potenza complessiva di circa 2,5 MWp, è stato suddiviso in 2 impianti, della potenza singola di circa 1,25 MWp per ridurre le distanze con le cabine e conseguentemente le cadute di tensione sui cavi; inoltre sono state standardizzate le varie apparecchiature (quadri elettrici di BT, inverter di conversione, trasformatori elevatore da 1600 kVA AN/AF, quadri di MT etc.).
- Sono state previste n° 2 cabine di conversione/trasformazione dell'energia prodotta da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA); ogni impianto alimenta 2 convertitori; i 2 convertitori alimenteranno in parallelo un trasformatore che innalzerà la tensione in uscita a 15 kV. Ciascuna cabina è alimentata dal proprio campo fotovoltaico.
- La cabina N°2 di Media Tensione a 15 kV metterà in parallelo il collegamento in cavo provenienti dalla cabina elettrica N°1. Da qui partirà una unica linea in cavo fino alla vicina cabina elettrica associata alla stazione di pompaggio di Monte Pranu.
- L'energia prodotta, verrà quindi immessa nella cabina elettrica di Monte Pranu e contribuirà, sensibilmente, a ridurre il bilancio elettrico dell'energia prelevata dalla rete.

12.7 CAMPI ELETTROMAGNETICI

12.7.1 INTRODUZIONE

La presente relazione analizza l'impatto ambientale, dal punto di vista dei campi elettromagnetici, legato al progetto ENAS Interconnessione dei sistemi idrici – Collegamento Tirso Flumendosa e Sulcis Iglesiente.

Vengono analizzati solo i campi magnetici a bassissime frequenze (ELF) in quanto gli impianti previsti utilizzano solo le frequenze industriali di 50 Hz.

12.7.2 DEFINIZIONI

Campo elettrico:

È una perturbazione di una specifica regione dello spazio, determinata dalla presenza di una distribuzione di carica elettrica. L'unità di misura dell'intensità del campo elettrico è il volt/metro (V/m).

Campo magnetico:

È una perturbazione di una specifica regione dello spazio, determinata dalla presenza di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica. L'unità di misura dell'intensità del campo magnetico è l'ampere/metro (A/m).

Campo elettromagnetico:

Ha origine dalle cariche elettriche e dal loro movimento. L'oscillazione delle cariche elettriche, ad esempio in un'antenna o in un conduttore percorso da corrente, produce un campo elettrico (E) variabile nel tempo. Tale campo genera, in direzione perpendicolare a se stesso, un campo magnetico (H) pure variabile che, a sua volta, influisce sul campo elettrico stesso. Questi campi concatenati determinano nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico sotto forma di onde.

ELF Extremely Low Frequency:

frequenze estremamente basse: la locuzione inglese extremely low frequency indica la banda di frequenze radio compresa tra 1 e 300 Hz. In Italia le linee elettriche producono ELF a 50 Hz.

12.7.3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Norme europee:

Raccomandazione CE del 12/07/1999, n. 519: Relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz.

Normativa Nazionale:

- DPCM 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti". (G.U. n. 200 del 29.08.2003)
- D.M. 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di

rispetto per gli elettrodotti"
(G.U. n. 156 S.O. del 5 luglio 2008)

- D.M. 29/05/2008 "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica" (G.U. n. 153 S.O. del 2 luglio 2008)
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36
- Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

Normativa Regionale della Sardegna:

- Decreto del Presidente della Regione 21/05/2007, n. 0137/Pres. "Il Piano energetico regionale (PER)"
- Legge regionale 11 ottobre 2012, n. 19 "Norme in materia di energia e distribuzione dei carburanti" all' art. 27 "Catasto informatico regionale degli elettrodotti" (BUR 17/10/2012, N. 042)

Norme Tecniche per le basse frequenze:

- Norma CEI 211-4 "guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz -10 kHz, con riferimento all'esposizione umana";
- Norma CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV";
- Linea Guida Enel relativa alla Distanza di Prima Approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche.

Valori di riferimento:

Il DPCM 08/07/2003, disciplina, a livello nazionale, in materia di esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), fissando:

- Limite per il campo elettrico: 5 kV/m
- Limite per l'induzione magnetica: 100 μ T
- Valore di attenzione per l'induzione magnetica: 10 μ T
- Obiettivo di qualità per l'induzione magnetica: 3 μ T

12.7.4 CONSIDERAZIONI

Si premette che le possibili uniche fonti di inquinamento elettromagnetico sono del tipo ELF (Extremely Low Frequency) in quanto gli impianti elettrici verranno alimentati da reti del Distributore locale (E-distribuzione) a 50 Hz e 15 kV sino ai punti di consegna all'interno delle ns. cabine elettriche.

Quindi la valutazione delle linee (aeree e/o interrate) per alimentare le ns. cabine sarà a carico di E-distribuzione.

All'interno delle cabine ENAS di trasformazione e nelle sale pompe dove sono alimentate le utenze dell'impianto, verranno rispettati i limiti di inquinamento elettromagnetico imposti dalla legge per i luoghi di

lavoro senza la presenza fissa di personale.

Per quanto riguarda gli ambienti esterni alle cabine elettriche alle stazioni di pompaggio sono previsti solo 2 collegamenti in MT:

- Il primo collegherà l'impianto fotovoltaico di Monte Pranu alla cabina elettrica della stazione di pompaggio-turbinaggio di Monte Pranu per una lunghezza di circa 150m. Il cavo trasporterà, alla tensione di 15 kV, l'energia prodotta dall'impianto stesso che ha una potenza nominale di 2,5 MW di picco. Il cavo verrà posato interrato ad una profondità tale da non generare, sul terreno campi magnetici significativi.
- Il secondo collegherà la stessa cabina elettrica della stazione di pompaggio-turbinaggio di Monte Pranu alla cabina elettrica esistente dell'impianto SAR_16 di Enas distante circa 300m. Il cavo trasporterà, alla tensione di 15 kV, una potenza massima di 3750 kW per creare uno scambio di energia tra le 2 cabine. Anche in questo caso il cavo verrà posato interrato ad una profondità tale da non generare, sul terreno campi magnetici significativi.

Non sono previste altre alimentazioni fuori dalle cabine e dalle stazioni di pompaggio di Cixerri e di Medau Zirimillis, pertanto il territorio interessato dal progetto ENAS, non sarà percorso da cavidotti che possano generare campi elettromagnetici.

12.8 SISTEMI DI AUTOMAZIONE, TELECONTROLLO E SUPERVISIONE

12.8.1 INTRODUZIONE

Il presente capitolo rappresenta la filosofia da adottare per il sistema di automazione, telecontrollo e supervisione riguardante il progetto ENAS Interconnessione dei sistemi idrici – Collegamento Tirso Flumendosa e Sulcis Iglesiasente.

Si è ritenuto di adottare un sistema di Telecontrollo Centralizzato in una unica sala di controllo, con il seguente principale obiettivo:

garantire una maggiore e immediata conoscenza delle condizioni degli impianti di pompaggio, di generazione e dei relativi impianti elettrici

Per il progetto in questione si propone pertanto la realizzazione di un unico sistema di Telecontrollo Centralizzato, le opere facenti parte del progetto che sono sottoposte a telecontrollo e telecomando da parte del sistema proposto, ricadono nell'ambito delle seguenti categorie:

- Stazioni di pompaggio
- Stazioni di turbinaggio
- Campo fotovoltaico
- Impianti elettrici a supporto delle stazioni di pompaggio e turbinaggio

Si descriverà in primo luogo l'architettura generale del sistema proposto ed in secondo luogo le architetture locali di gestione dei dati

rilevati e dei comandi impartiti.

12.8.2 ARCHITETTURA DEL SISTEMA

Generalità sul sistema:

Il sistema di Automazione, Supervisione e Telecontrollo permetterà una gestione ottimale delle opere in progetto consentendo:

- Il monitoraggio in tempo reale ed in formato grafico lo stato di funzionamento dei processi relativi a ciascuna componente facente parte della rete di pompaggio e di generazione;
- La definizione e la modifica dei set-point dei processi e delle soglie di allarme;
- La gestione automatizzata di processi locali sulla base di algoritmi predefiniti;
- Il comando in remoto di apparecchiature e processi;
- La visualizzazione e l'archiviazione dei valori acquisiti, rendendoli disponibili per successive analisi;
- La visualizzazione e l'archiviazione delle principali grandezze, rendendole disponibili per successive elaborazioni nell'ottica di una riduzione dei consumi energetici;
- Il monitoraggio in tempo reale ed in formato grafico delle segnalazioni analogiche e digitali acquisite dalle stazioni periferiche, nonché dei teleallarmi inoltrati verso il personale reperibile;
- La visualizzazione storica delle grandezze di processo ed elettriche elaborate ed acquisite dalle stazioni periferiche;
- L'elaborazione e stampa dei bilanci idrici ed energetici;
- L'inoltrare allarmi via SMS agli operatori reperibili al verificarsi di condizioni anomale di funzionamento e/o in presenza di eventi che possono compromettere il normale funzionamento del processo in atto.

Architettura

L'architettura del sistema presenta la caratteristica di prevedere la gestione centralizzata dell'intero sistema di pompaggio, comprensivo delle varie stazioni di sollevamento.

Pertanto appare necessaria una architettura scalabile e flessibile in grado di integrare con semplicità tutte le componenti del sistema. L'architettura generale prevede in sostanza i seguenti livelli operativi:

- Primo livello. supervisione generale (elaboratore centrale), a mezzo di video sinottici e la elaborazione ed archiviazione dei dati di esercizio; produzione dei documenti di esercizio; comando e settaggio processi.
- Secondo livello. ricevimento-trasmissione dati (stazioni di sollevamento e di generazione elettrica).
- Terzo livello. automazione; (unità di area). Ricevimento - trasmissione dati; coordinamento di unità del 4 livello.
- Quarto livello. regolazioni elementari; (interfacce col campo) conversione e controllo misure, comandi.

Il 1° livello riguarda la stazione centralizzata di telecontrollo e telecomando costituita da un Server con Software SCADA ed applicativi di interfaccia specifici, con sinottici e schemi di processo di immediata comprensione.

Il server sarà installato presso una sala controllo in località presidiata da definire.

Le funzionalità di 1° livello saranno estese in locale per tutte le altre componenti della rete di stazioni di sollevamento, mediante una

applicazione webbased a cui gli operatori qualificati potranno accedere attraverso Tablet (IPAD o Samsung GalaxyNote) in

dotazione, che accederanno attraverso la rete mobile al sistema dedicato.

Per gli impianti principali si prevede la presenza stabile di un PC desktop attraverso il quale accedere all'applicativo web-

based e quindi alle funzionalità di 1° livello. Pertanto il personale specializzato in sopralluogo presso la specifica unità di pompaggio

potrà accedere a tutte le funzionalità di controllo e comando consentite presso la stazione centralizzata (Server SCADA).

Ovviamente il gestore potrà definire specifiche gerarchie di accesso, inibendo in funzione del livello determinate funzionalità del

sistema sia in termini di visualizzazione sia in termini di controllo dei processi.

Con tale accorgimento oltre ad estendere la capacità di gestione e controllo centralizzato di tutta la rete, anche alle postazioni mobili, si eviterà di lasciare incustoditi presso impianti non presidiati, attrezzature hardware che potrebbero essere trafugate o incorrere rapidamente incontro ad obsolescenza da abbandono.

L'utilizzo delle postazioni mobili con applicativo webbased di interfaccia agli apparati di 1° livello, presenta numerosi vantaggi

rispetto alla configurazione classica per sistemi a più unità decentralizzate che prevede una stazione di supervisione generale e

stazioni locali dedicate alla specifica unità, soprattutto in caso di unità non presidiate, tra le quali il personale operativo fa la spola.

Infatti il personale specializzato viene informato immediatamente delle condizioni dell'unità che si accinge a visitare, ottimizzando le

risorse ed i tempi di intervento e riducendo gli sprechi. Una segnalazione di allarme informa il personale, che accedendo alla relativa pagina dell'unità in malfunzionamento riceve immediatamente tutte le informazioni necessarie per intervenire con cognizione di

causa prima ancora di aver raggiunto il luogo dell'unità in avaria.

Il 2° livello è costituito dai PLC della specifica unità, installati nel quadro generale per gli impianti di pompaggio o più semplicemente nel quadro di alimentazione locale per stazioni di pompaggio.

Il 3° livello presente solo per gli impianti di generazione è costituito dal PLC (integrato nel quadro preassemblato della specifica

apparecchiatura elettromeccanica di generazione).

Il 4° livello è quello di interfaccia con le componenti fisiche del sistema, e comprende gli azionatori automatizzati.

zati delle singole pompe

installate nelle stazioni di sollevamento, i controllori multi-parametrici al servizio dei sensori etc.

Collegamenti:

I collegamenti tra i controllori e gli azionatori specifici della strumentazione di misura e delle apparecchiature (4° livello) e le unità di controllo locale (3° livello nel caso di impianto di generazione o 2° livello negli altri casi) sono generalmente a loop di corrente con segnale standard 4 - 20 mA, tuttavia se il controllore o l'azionatore lo prevede può essere sviluppato direttamente con porta seriale RS-485 con protocollo Modbus RTU Slave.

I collegamenti tra unità di controllo locale (3° livello) e unità di controllo di sezione (2° livello), saranno a stella su cavo ETHERNET, che offre un'elevata affidabilità, considerando che nelle unità di controllo locale risiedono gli automatismi d'impianto.

I collegamenti tra unità di controllo di sezione (2° livello) e stazione di controllo centralizzata (1° livello) avverranno negli impianti di

pompaggio ove è possibile la connessione alla rete telefonica, mediante modem ethernet, mentre nelle stazioni di sollevamento ove non è possibile il collegamento alla rete di telefonia fissa verrà realizzato mediante rete GSM/GPRS.

Lo stesso tipo di collegamento verrà sviluppato tra la stazione di controllo centralizzata (1° livello) e gli altri accessi webbased dei Tablet e dei PC desktop.

Le unità periferiche (2° livello) collocheranno con un'unità centrale, gerarchicamente superiore, costituita da un elaboratore di processo (1° livello).

Tale elaboratore, con le proprie periferiche, configura il centro di supervisione dell'impianto; inoltre, esso rappresenta il primo (e più elevato) livello del sistema di controllo, mentre le unità di controllo di sezione ne costituiscono il secondo.

Al fine di assicurare la massima immunità ai disturbi, i collegamenti di cui sopra saranno posati entro conduit dedicati ed opportunamente distanziati dalle linee di potenza.

Inoltre, per ottenere la massima sicurezza della trasmissione, verranno adottati opportuni codici ridondanti che rendono esigua la probabilità di errore di comunicazione.

Software SCADA

La postazione prevista di supervisione generale - basata su Server, monitor 24" LCD e software SCADA permetterà al personale di gestione di visualizzare i principali parametri di funzionamento degli impianti e delle stazioni di sollevamento, nonché di impostare i parametri di regolazione (gestione allarmi, controllo livelli, verifica stato di funzionamento delle apparecchiature collegate, etc..).

La stessa stazione di supervisione fungerà da server internet per permettere l'accesso ad altri utenti collegati in rete o via internet per il controllo remoto dell'impianto.

Il software SCADA sarà realizzato in base alle esigenze specifiche dell'impianto, in modo da ottenere una personalizzazione che renda la gestione dello stesso più chiara ed efficace all'utilizzatore.

In particolare, la supervisione dell'impianto prevederà una prima pagina di menù principale dalla quale sarà possibile avere una visione panoramica dell'intero impianto, andando così subito ad intercettare i valori princi

pali, gli automatismi in atto, ed i principali allarmi presenti.

Ogni singola stazione sarà selezionabile e visualizzata in dettaglio su apposita pagina dedicata.

Telecontrollo WEB

Grazie alla tecnologia Web Client implementata sullo SCADA previsto, il personale gestore può accedere in qualsiasi momento e da qualsiasi luogo agli impianti tramite un comune internet browser, visualizzando le informazioni tecnologiche ed interagendo ove necessario.

Il server generale di telecontrollo, consentirà un accesso simultaneo previsto per un elevato numero di utenti web client contemporaneamente, espandibili in futuro.

Il server sarà collegato su rete pubblica e protetto da firewall e da protezione con Log On all'accesso, eventualmente gerarchizzato per competenze e responsabilità.

Gli utenti che potranno usufruire degli accessi web sono i dirigenti, i gestori della rete ed i manutentori reperibili.

Ogni utente, anche se connesso contemporaneamente ad altri, accede per il proprio livello di utenza e visualizza le pagine autonomamente rispetto agli altri.

In questo modo, in qualsiasi momento sarà possibile accedere da remoto al sistema di telecontrollo per eseguire analisi veloci sui dati acquisiti, verificando l'andamento su grafico con i dati per giorno, mese o anno per tutti i parametri del processo, come ad esempio le portate, le pressioni, ecc.

Grazie a questo sistema, il gestore può rendersi conto in modo chiaro ed immediato della situazione e in modo da poter agire di conseguenza, riducendo al minimo i tempi di guasto e migliorando notevolmente il servizio.

Sicurezza del sistema

Nel sistema previsto la gestione della ridondanza è completamente integrata e garantisce l'intervento del sistema secondario

in modo completamente automatico; il sistema prevede quindi due stazioni Server collegate in rete su base TCP/IP, con funzioni di Server Primario e Secondario (Server ridondato):

- **Server Primario:** è la stazione che in condizioni di funzionamento normale provvede a gestire la rete di impianti, comunicare con essi, acquisire i dati e provvedere al controllo. L'eventuale anomalia di questa stazione determina l'entrata in funzione della stazione secondaria, che duplica integralmente le funzioni del server primario.
- **Server Secondario:** è la stazione che in condizioni di funzionamento normale permette la gestione degli impianti in modo ridondato, ovvero attraverso la condivisione delle aree di memoria delle variabili.

La stazione può consentire di agire sugli impianti in maniera indipendente e dispone della situazione archivi assolutamente identici a quelli della stazione primaria.

In presenza di anomalia dell'unità Primaria, la stazione Secondaria provvede a gestire automaticamente la rete di impianti avviando le funzioni di comunicazione dei driver ed i motori di registrazione, ac

quisendo i dati e provvedendo al controllo.

Al suo rientro in funzione, il Primario provvede automaticamente a sincronizzare lo stato degli storici e la situazione allarmi, al fine di ripristinare completamente le proprie funzionalità e la propria situazione degli archivi evitando perdite di dati. Il sistema, sfruttando una propria tecnologia, provvede ad inviare al primario solo i dati registrati durante il periodo di esercizio in emergenza, trasferendo i dati in modo binario senza la necessità delle infrastrutture di database.

Questa tecnologia consente di ottenere tempi di sincronizzazione estremamente ridotti, fino a meno di un secondo, anche per

grosse quantità di dati.

Dopo la sincronizzazione, che avverrà in maniera completamente automatica tramite il gestore della ridondanza integrato nel

sistema, la stazione secondaria ritornerà nelle condizioni iniziali di Stand-by.

IMPIANTI DI POMPAGGIO E GENERAZIONE

L'architettura hardware del sistema di automazione, supervisione e telecontrollo sarà del tipo ad intelligenza distribuita, con una serie di controllori (intelligenti e autonomi) collegati tra loro ed ad un supervisore (Server installato nella sala di controllo centralizzata)

attraverso una rete ethernet.

Nell'ambito della rete locale verrà realizzata una funzionalità, sistema Master/Slave, ovvero:

- Controllore Master – installato nel quadro generale (2° livello).

12.9 PROTEZIONE CATODICA

12.9.1 PREMESSA

Per i seguenti tratti di tubazioni, previsti nel presente progetto, dovrà essere garantita la protezione contro la corrosione generata dall'interramento:

Tratta	Descrizione	Lunghezza [m]	Materiale	DN [mm]	Spessore [mm]
A-B	Sollevamento Cixerri - Partitore Medau Zirimilis	7718	Acciaio	1000	10
B-E	Partitore Medau Zirimilis - Vasca di carico Medau Zirimilis	702	Acciaio	1000	10
B-F	Partitore Medau Zirimilis - Invaso Medau Zirimilis	1435	Acciaio	1000	10
E-C	Vasca di carico Medau Zirimilis - Sollevamento Medau Zirimilis	886	Acciaio	1000	10
C-G	Sollevamento Medau Zirimilis - Vasca di carico Campanasissa	7547	Acciaio	1000	10
G-HI	Vasca di carico Campanasissa - Inizio galleria prima di Bau Pressiu	4201	Acciaio	800	7,1
L-L1-M	Opera di consegna e presa Bau Pressiu - Monte Pranu	21724	Acciaio	-	-
C-C1-D	Vasca di carico Medau Zirimilis - Centrale Ponte Murtas	21088	Acciaio	-	-

La corrosione è un fenomeno molto complesso determinato da molti fattori chimico-fisici allo stato attuale del progetto non ancora approfonditi.

Nella presente relazione verranno quindi illustrati i principali sistemi di protezione contro la corrosione che, se verrà valutato che siano necessari, verranno adottati e scelti tra le due possibili soluzioni (protezione catodica ad anodi sacrificali e/o a correnti impresse) ed i modelli (preliminari) di calcolo ad essi associati.

In ogni caso dovrà essere garantita una protezione minima di 30 anni.

12.9.2 GENERALITÀ SUI SISTEMI DI PROTEZIONE CATODICA

Fattori di corrosione: il terreno è un mezzo corrosivo solido, a struttura porosa e conducibilità ionica, nel quale sono presenti sia acqua, che aria, cioè ossigeno. La presenza nei pori di acqua e di aria sono antagoniste: i terreni asciutti favoriscono il trasporto per diffusione di aria, e dell'ossigeno in esso disciolto: queste condizioni sono dette aerobiche. Viceversa, nei terreni bagnati, con elevato contenuto di acqua, la diffusione dell'ossigeno è molto rallentata e può avvenire solo attraverso la fase acquosa che riempie i pori;

le condizioni di assenza di ossigeno sono dette anaerobiche.

Lo stesso effetto antagonista tra aria e acqua è caratteristico dei materiali porosi, e in particolare del calcestruzzo.

I principali fattori che regolano la corrosività di un terreno sono:

- la resistività, espressa in ohm·m, è una misura congiunta del contenuto di acqua nel terreno e della sua salinità. Nella fase di progettazione di una struttura metallica interrata viene misurata la resistività del terreno, localmente o lungo il tracciato nel caso di una condotta, sia per valutare le condizioni di corrosività, sia per progettare i sistemi di protezione catodica (vedi oltre). Tanto più la resistività di un terreno è bassa, tanto più elevata è la sua potenziale corrosività; la Tabella 3.2 illustra questa relazione qualitativa.
- l'acidità; nei terreni acidi, con pH inferiori a 5,5, la corrosività aumenta al diminuire del pH, cioè al crescere dell'acidità, in relazione alla maggiore solubilità dei prodotti di corrosione.
- il contenuto di sali: cloruri, solfati, bicarbonati.

A questi si deve aggiungere la presenza di specie batteriche che sono in grado di intervenire sul meccanismo di corrosione. I microrganismi presenti nel terreno e nelle acque naturali possono intervenire, direttamente o attraverso le sostanze da essi prodotti, nel meccanismo di corrosione. Una percentuale elevata degli attacchi di corrosione riscontrati sulle tubazioni interrate è da attribuire a corrosione batterica o microbiologica.

Le tubazioni interrate, verranno anche rivestite con materiale isolante (Poliuretano 1000 micron), tuttavia, questa protezione passiva, non è in grado di garantirne totalmente la immunità dalla corrosione, soprattutto a causa di lacerazioni del rivestimento protettivo durante la posa.

Per ovviare a tutto ciò si ricorre a alla Protezione Catodica.

Il termine Protezione Catodica è un sinonimo di sicurezza. Tale metodo viene utilizzato per ridurre al minimo e nel caso ideale per eliminare il fenomeno della corrosione di strutture metalliche, che nel nostro caso trasportano acqua. Tale fenomeno avviene quando coesistono quattro elementi: elettrolito, anodo, catodo e circuito di ritorno.

I sistemi di Protezione Catodica si dividono in:

Passivi: si fa uso di un anodo sacrificale, di materiale meno nobile rispetto alla tubazione, collegato ad essa con un cavo isolato. In tal modo l'anodo, senza componenti attivi, si corroderà al posto del sistema. Molto spesso, questo metodo risulta insufficiente.

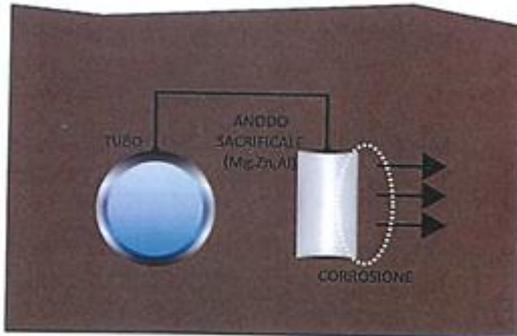
Attivi: si utilizza un alimentatore collegando il polo negativo alla tubazione e il polo positivo ad un dispersore sacrificale. Dato che la corrosione avviene dove la corrente esce attraverso un elettrolito e il dispersore ha potenziale maggiore del tubo, allora esso si corroderà mantenendo intatta la tubazione.

Gli anodi galvanici (protezione passiva) sono impiegati negli ambienti aventi elevata conducibilità, ad esempio in acqua di mare; i sistemi a corrente impressa sono preferiti negli ambienti resistivi, come i terreni e il calcestruzzo, e per la protezione di strutture estese con un numero limitato di anodi.

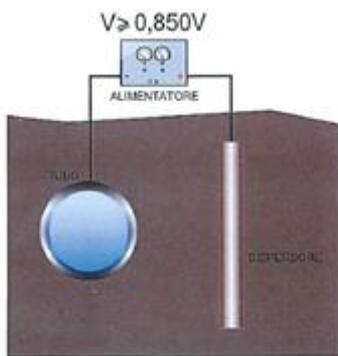
I sistemi ad anodi galvanici non richiedono alcuna fonte di energia esterna e, se correttamente progettati, assicurano protezione senza alcun onere di manutenzione.

I sistemi a corrente impressa (protezione attiva) consentono di disporre di tensioni di alimentazione ben più alte rispetto agli anodi galvanici (sino a 50 V) e le condizioni di funzionamento possono essere regolate intervenendo sull'unità di alimentazione, adeguandole alle richieste della struttura da proteggere. Con un unico dispersore possono essere protette superfici molto estese, sino a lunghezze nell'ordine di decine di chilometri nel caso di condotte interrate.

Protezione ad anodo sacrificale:



Protezione a corrente impressa:



Protezione da correnti vaganti:

Può accadere che nel suolo dove è sita la tubazione, ci siano correnti vaganti, soprattutto se ci troviamo in prossimità di attraversamenti ferroviari. Ci potrebbero essere quindi flussi di corrente fra il tubo e il binario. Per evitare fenomeni corrosivi si realizza un collegamento unidirezionale, nel caso più semplice con un diodo. Infatti, se la corrente esce in un conduttore puro abbiamo solamente fuoriuscita di elettroni, a differenza del conduttore elettrolita dove abbiamo passaggio di ioni, e quindi corrosione.

Valori indicativi delle densità di corrente di protezione in ambienti naturali

Ambiente	densità di corrente di protezione (mA/m ²) ambiente superfici nude
terreno, superfici nude	5 – 100
terreno, superfici rivestite	0,01 – 1
calcestruzzo secco (in aria)	5 – 15
calcestruzzo saturo d'acqua	0,2 – 2
acqua dolce	30 – 160
acqua calda	50 – 160
acqua di mare	50 – 550

Per tubazioni nuove, provviste d'isolamento (nel ns. caso avremo poliuretano da 1000 micron) la densità di corrente di protezione in base a dati sperimentali deve essere compresa tra i 30 microA/m² (tubi con isolante bituminoso) fino a 3 microA/m² (tubi con isolante polietilene) Considerando le condizioni di posa e la natura del terreno valuteremo la necessità di corrente sulla base delle dispersioni dovute ai punti di interruzione e/o danneggiamento dell'isolante esterno.

12.9.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

L'impianto verrà realizzato in accordo con quanto stabilito nei documenti di seguito riportati.

12.9.4 NORME E STANDARD

- UNI 9783 Protezione catodica di strutture metalliche interrate. Interferenze elettriche tra strutture metalliche interrate.
- UNI 10166 Protezione catodica di strutture metalliche interrate. Posti di misura.
- UNI 10167 Protezione catodica delle strutture metalliche interrate – Custodie per dispositivi e posti di misura
- UNI 10285 Giunti isolanti monoblocco $80 \leq DN \leq 600$ - PN 16 UNI 10428 Protezione catodica di condutture metalliche interrate. Impianti di drenaggio unidirezionale.
- UNI 10835 Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Anodi e dispersori per impianti a corrente impressa - Criteri di progettazione e installazione
- UNI 11094 Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Criteri generali per l'attuazione, le verifiche e i controlli ad integrazione della Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Criteri generali per l'attuazione, le verifiche e i controlli ad integrazione della UNI EN 12954 anche in presenza di correnti disperse
- UNI EN 12954 Protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse. Principi generali e applicazione per condotte
- UNI EN 13509 Tecniche di misurazione per la protezione catodica UNI CEI 8 Alimentatore di protezione catodica

12.9.5 MODELLI DI CALCOLO

I presenti modelli sono indicativi di come verrà affrontato il calcolo nei 2 possibili casi (anodi sacrificali e correnti impresse); infatti sono ancora in fase di sviluppo e finalizzazione.

Calcolo protezione catodica ad anodi sacrificali

INPUT	OUTPUT
-------	--------

Calcolo della superficie da proteggere di una tubazione

Lunghezza Tubazione = (m.)
 Diametro Tubazione = (m.)
 Superficie Totale Tubazione = (mq)

Definizione della densità di corrente di protezione

ambiente	densità di corrente di protezione (mA/m ²) superfici nude
terreno, superfici nude	5 – 100
terreno, superfici rivestite	0,01 – 1
calcestruzzo secco (in aria)	5 – 15
calcestruzzo saturo d'acqua	0,2 – 2
acqua dolce	30 – 160
acqua calda	50 – 160
acqua di mare	50 – 550

Corrente totale di protezione

Deve essere determinata la corrente totale di protezione come prodotto della superficie totale da proteggere per la densità di corrente di protezione

$$I_{tot} = \text{0} \times \text{0} = \text{0} \quad (\text{A})$$

Calcolo della corrente erogata da un anodo

La corrente, I_A , erogata da un anodo viene calcolata applicando la legge di Ohm:

$$I_A = \frac{\Delta E}{R} = \frac{\Delta E}{R_A} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{A})$$

Dove:

ΔE è la differenza tra il potenziale di protezione e il potenziale di lavoro dell'anodo: esprime il lavoro motore disponibile per la circolazione della corrente dall'anodo al catodo attraverso l'ambiente, speso per vincere le cadute ohmiche;

Ad esempio, per strutture in acciaio, il lavoro motore ΔE è pari a 250 mV con anodi di zinco e di alluminio e a 800 mV con anodi di magnesio.

Potenziale di protezione E_p = (V)
 Potenziale di lavoro E_a = (V)
 ΔE Calcolato = (V)

R è la resistenza del circuito

La resistenza del circuito, R, può essere sostituita con buona approssimazione dalla resistenza anodica, RA, cioè la resistenza localizzata nell'ambiente nell'intorno dell'anodo. La resistenza anodica, RA, è calcolata con formule semi-empiriche in funzione della resistività dell'ambiente e della geometria dell'anodo. La più comune è la formula di Dwight, valida per anodi cilindrici di forma allungata:

$$RA = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left(\ln \frac{8 \cdot L}{D} - 1 \right) = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{Ohm})$$

Cal

Dove:

Lunp è la resistività dell'ambiente	<input type="text"/>	Ohm*m
Dia/D il diametro	<input type="text"/>	(m)
L la lunghezza	<input type="text"/>	(m)
SuF Massa anodica ma =	<input type="text"/>	(Kg)

Def

Calcolo del numero di anodi

il dimensionamento dei sistemi ad anodi galvanici consiste nella scelta del tipo di anodo (materiale, dimensioni e massa) e nel calcolo del numero di anodi.

Materiale anodico	Resistività	
	Acque	Terreni
Alluminio	fino a 1,5 ohm*m	non usato
Zinco	fino a 5 ohm*m	con letto di posa, fino a 15 ohm*m
Magnesio	oltre a 5 ohm*m	non usato
Magnesio (-1,5V) con letto di posa	non usato	fino a 40 ohm*m
Magnesio (-1,5V) con letto di posa		fino a 40-60 ohm*m

In accordo a ciò, una volta fissato il tipo di materiale anodico, la progettazione si articola in due verifiche indipendenti:

Cal

1) – il calcolo della massa anodica necessaria per assicurare la protezione per una durata pari alla vita di progetto;

La c

$$Mt = \frac{I \cdot d \cdot C}{fu} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{Kg})$$

Dove:

Dov	Mt, massa anodica totale (Kg)	<input type="text"/>	
ΔE	C, è il consumo anodico pratico (kg/A*anno)	<input type="text"/>	
per	fu, fattore di utilizzo dell'anodo	<input type="text"/>	
	Ip è la corrente di protezione (mA/mq)	<input type="text"/>	(A)
	d è la vita di progetto (anni)	<input type="text"/>	

Ad e a

2) – il calcolo, per un anodo di date dimensioni, della corrente erogata e, in rapporto alla corrente totale di protezione, del numero di anodi richiesti.

$$N = \frac{Ip}{IA} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{Numero anodi})$$

R è (Numero anodi arrotondato)

Massa anodica totale da installare ma X N° di Anodi = 0 X 0 =

= 0 SE >> #DIV/0!
VERIFICATO

Calcolo protezione catodica a corrente impressa

INPUT	OUTPUT
-------	--------

Definizione della densità di corrente di protezione

ambiente	densità di corrente di protezione (mA/m ²)
	superfici nude
terreno, superfici nude	5 – 100
terreno, superfici rivestite	0,01 – 1
calcestruzzo secco (in aria)	5 – 15
calcestruzzo saturo d'acqua	0,2 – 2
acqua dolce	30 – 160
acqua calda	50 – 160
acqua di mare	50 – 550

Corrente totale di protezione richiesta

La corrente totale richiesta è determinata da:

$$I_r = \frac{i}{1000} * (\pi * D * L_p) = \text{0 (A)}$$

+ 30% 0 (A)

Dove:

I_r = Corrente totale richiesta (A)		
i = Densità di corrente di protezione (mA/m ²)		(mA/m ²)
D = Diametro esterno della condotta (m)		(m)
L_p = Lunghezza della condotta (m).		(m)
S_p = Superficie da proteggere	0	(mq)

La corrente così determinata sarà aumentata di almeno il 30% per assicurare una disponibilità di riserva di corrente al sistema di protezione catodica.

Determinazione della costante di attenuazione

Per la valutazione del sistema di protezione catodica, bisogna determinare due parametri, definiti rispettivamente Resistenza caratteristica (R_k) e Costante di attenuazione (ρ), come segue:

$$R_I = \frac{(R_s * 1000)}{(\pi * (D - s) * s)} = \text{\#DIV/0! (Ohm/Km)}$$

Dove:

R_I = Resistenza longitudinale (Ohm/km)		
R_s = Resistività specifica dell'acciaio (Ohm.m) = 0.18 * 10 ⁻⁶	0,00000018	(Ohm*m)
D = Diametro esterno della condotta (m)	0	(m)
s = Spessore della condotta (m).		(m)

$$R_t = \frac{R_i}{(\pi * D * 1000)} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{Ohm/Km})$$

Dove:

RI = Resistenza trasversale (Ohm/km)	
RI = Resistenza di isolamento (Ohm * mq)	

$$\alpha = \sqrt{\frac{R_i}{R_t}} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{Ohm})$$

Dove:

α = Costante di attenuazione della condotta (1/Km)

$$R_k = \sqrt{R_i * R_t} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{Ohm})$$

Dove:

Rk = Resistenza caratteristica della condotta (Ohm)

Dimensionamento del dispersore a pozzo profondo

Quantità degli anodi

Il peso minimo di materiale anodico da installare sarà determinato da:

$$W = \frac{Y * C * I}{U} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{Kg})$$

Dove:

W = Massa anodica richiesta (kg)	
Y = Vita di progetto (anni)	
U = Fattore di utilizzazione degli anodi	
C = Velocità di consumo degli anodi (kg/A*anno)	
I = Corrente nominale di uscita del T/R (A)	

La massa anodica richiesta sarà quindi maggiorata del 25%

Il numero minimo di anodi da installare sarà determinato da:

$$N = \frac{W + 25\%}{W_a} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{N})$$

Dove:

N = numero di anodi	
W _a = Peso netto anodo (Kg)	

La lunghezza della parte attiva del dispersore sarà determinata come segue:

$$DA = ((N * L_a) + ((N - 1) * SA) + 2 * SE) = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{m})$$

Dove:

DA = lunghezza della parte attiva del dispersore	
N = numero di anodi	
L _a = Lunghezza del singolo anodo (m)	
SA = Spaziatura tra gli anodi (m)	
SE = Distanza degli anodi dalle estremità del dispersore	

Resistenza del dispersore

Conseguentemente al rating del T/R, il dispersore dovrà essere dimensionato in modo tale da definire la massima resistenza ammissibile utilizzando la formula di Dwight per pozzi profondi, come previsto dalle norme UNI 10835:

$$Ra = \frac{Ro}{2 * \pi * DA} \left(\ln \frac{8 * DA}{d} - 1 \right) = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{Ohm})$$

Dove:

Ra = Resistenza del dispersore (Ohm)		
Ro = Resistività del terreno (Ohm*m)		Ohm*m
d = il diametro del dispersore		(m)
DA = lunghezza della parte attiva del dispersore		(m)
Massa anodica ma =		(Kg)

Dopo aver ricavato Ra si calcola la resistenza totale Rc:

Più in dettaglio, ai fini del calcolo della resistenza totale Rc del circuito dispersore-terreno-tubazione, si tiene conto del fatto che ai valori Rd di resistenza sopra calcolati bisogna aggiungere i contributi della resistenza dei cavi che collegano l'alimentatore con il dispersore e con la struttura; pertanto la resistenza del circuito collegato ai morsetti di uscita dell'alimentatore nel primo tratto è pari a:

$$Rc = \frac{Ra}{0,85} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{Ohm})$$

Dove:

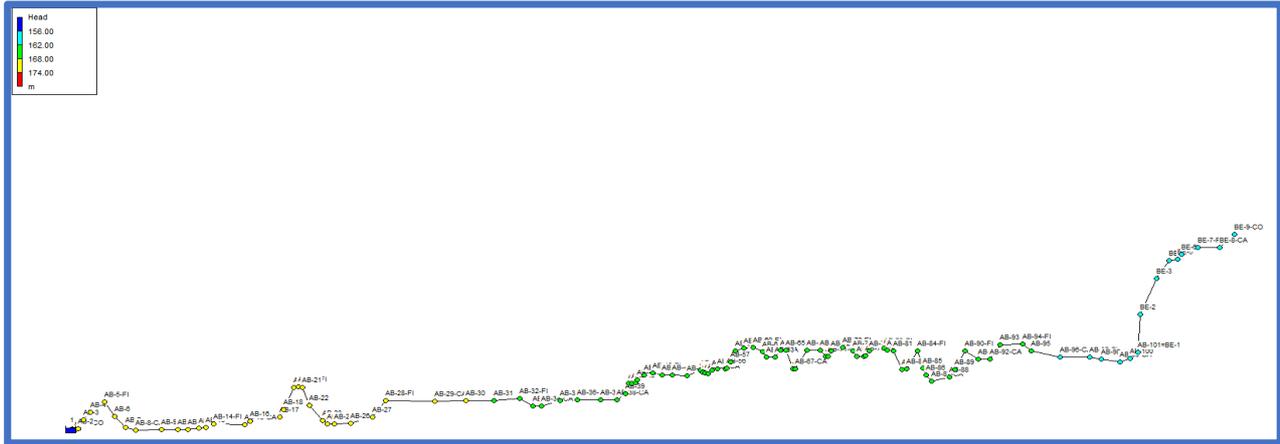
0,85 = coefficiente che tiene mediamente conto delle resistenze ausiliarie del circuito

La corrente massima erogabile dal dispersore è data dal seguente valore:

$$I_{max} = \frac{50}{Rc} = \text{\#DIV/0!} \quad (\text{A})$$

13 ALLEGATO : PROFILO E TABULATI DI CALCOLO IDRAULICI

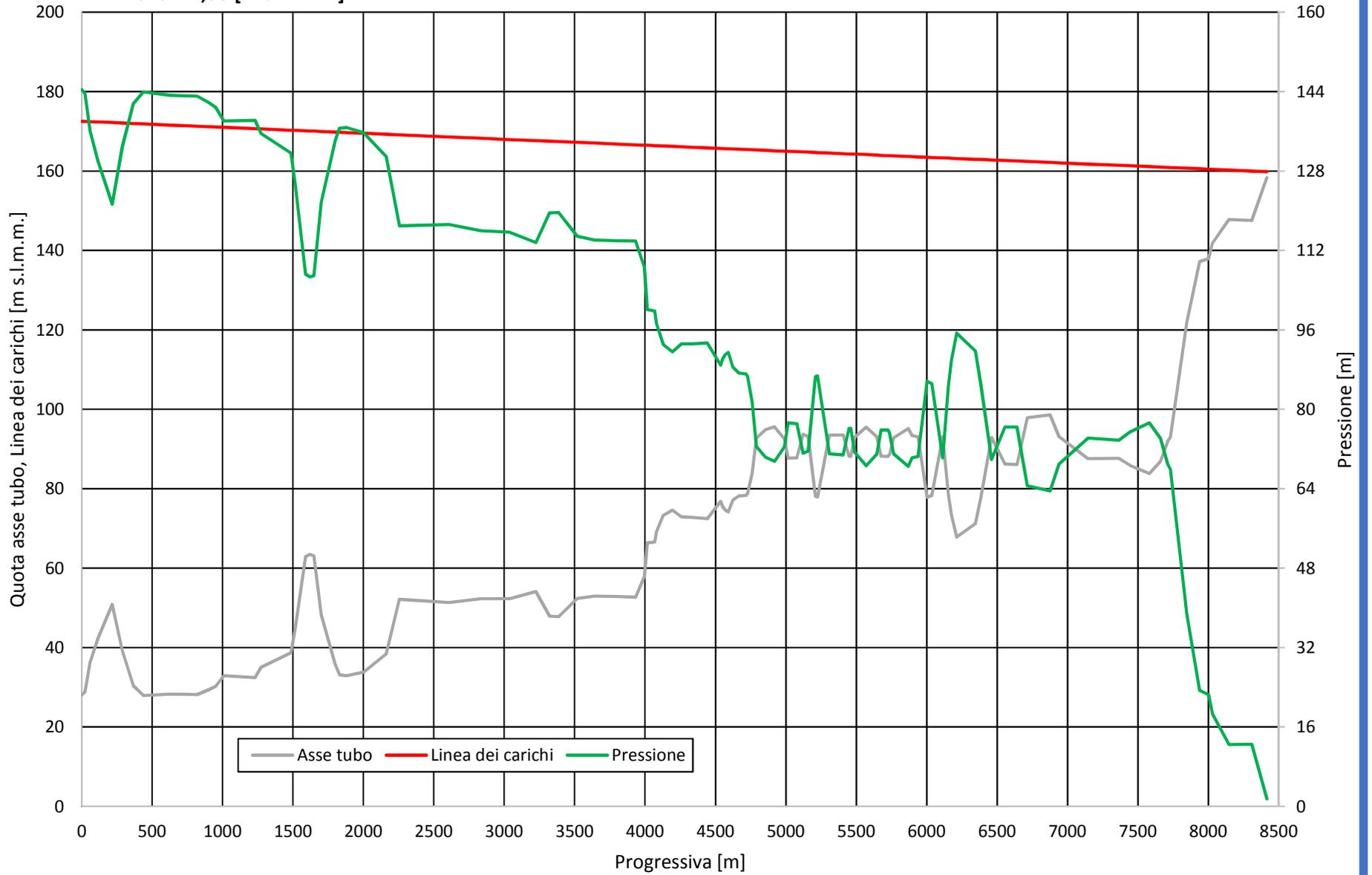
Alternativa A1.1 - Tratto AB-BE: SOLLEVAMENTO CIXERRI-PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS - VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS
 Livello 27,50 [m s.l.m.]



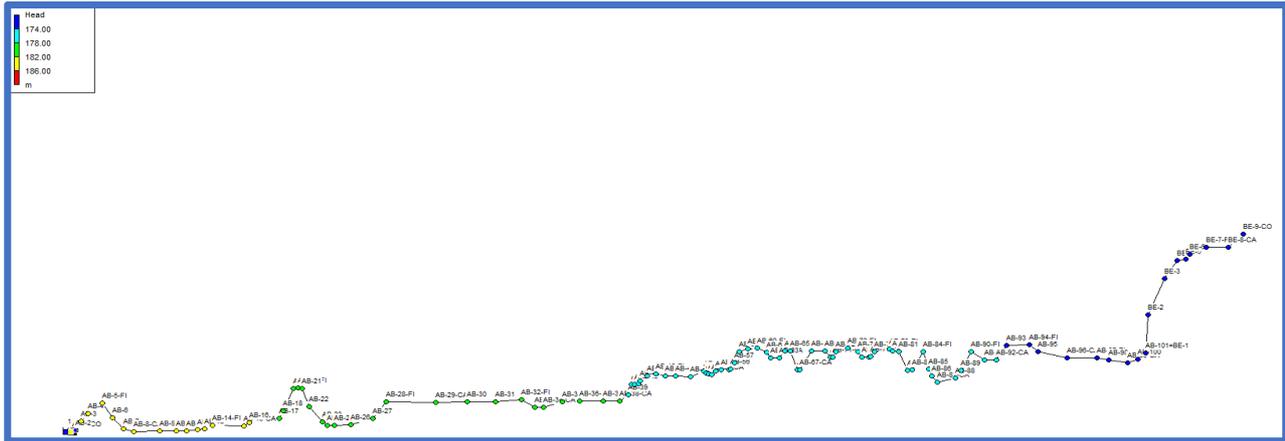
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
Resrvr 1	===	27,50	27,50	===
AB-1-CO	0,00	28,10	172,50	144,40
AB-2	22,89	28,82	172,47	143,65
AB-3	60,17	36,43	172,41	135,98
AB-4	115,27	42,34	172,33	129,99
AB-5-FI	215,70	50,88	172,18	121,29
AB-6	287,73	39,21	172,07	132,86
AB-7	367,01	30,35	171,95	141,60
AB-8-CA	438,66	27,90	171,84	143,94
AB-9-FI	626,68	28,30	171,56	143,25
AB-10	747,83	28,21	171,37	143,16
AB-11-CA	818,68	28,16	171,27	143,11
AB-12	900,73	29,35	171,14	141,80
AB-13	951,33	30,22	171,07	140,85
AB-14-FI	1008,52	32,90	170,98	138,08
AB-15-CA	1231,02	32,45	170,65	138,20
AB-16	1273,69	35,10	170,58	135,49
AB-17	1484,34	38,62	170,27	131,65
AB-18	1514,77	44,70	170,22	125,52
AB-19	1590,33	62,92	170,11	107,19
AB-20-FI	1620,03	63,41	170,06	106,66
AB-21	1647,62	63,10	170,02	106,92
AB-22	1700,91	48,23	169,94	121,71
AB-23	1799,90	35,72	169,79	134,08
AB-24	1830,80	33,12	169,75	136,62
AB-25-CA	1880,76	32,94	169,67	136,73
AB-26	2000,87	33,78	169,49	135,71
AB-27	2160,92	38,34	169,25	130,91
AB-28-FI	2255,31	52,18	169,11	116,93
AB-29-CA	2609,25	51,36	168,57	117,22
AB-30	2834,31	52,27	168,24	115,97
AB-31	3039,70	52,27	167,93	115,66
AB-32-FI	3225,36	54,10	167,65	113,55
AB-33	3323,34	47,93	167,50	119,57
AB-34-CA	3385,88	47,77	167,41	119,63
AB-35	3518,60	52,34	167,21	114,87
AB-36-FI	3642,83	52,92	167,02	114,10
AB-37	3814,11	52,81	166,76	113,95
AB-38-CA	3933,23	52,70	166,58	113,88
AB-39	3995,04	57,94	166,49	108,55
AB-40	4016,35	66,40	166,46	100,06
AB-41	4039,95	66,48	166,42	99,94
AB-42	4067,78	66,58	166,38	99,80
AB-43	4079,02	69,01	166,36	97,35
AB-44	4128,75	73,23	166,29	93,05
AB-45-FI	4194,19	74,60	166,19	91,59
AB-46	4258,38	72,92	166,09	93,17
AB-47	4335,80	72,81	165,98	93,17
AB-48-CA	4442,01	72,47	165,82	93,35
AB-49-FI	4536,18	76,81	165,68	88,86
AB-50	4552,37	75,40	165,65	90,25
AB-51	4569,88	74,61	165,62	91,01
AB-52-CA	4591,59	74,14	165,59	91,45
AB-53	4622,91	77,06	165,54	88,49
AB-54	4663,48	78,17	165,48	87,31

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
AB-55	4717,40	78,32	165,40	87,08
AB-56	4727,85	78,83	165,39	86,56
AB-57	4759,33	83,90	165,34	81,44
AB-58	4790,64	92,74	165,29	72,55
AB-59	4856,22	94,88	165,19	70,31
AB-60-FI	4920,17	95,60	165,10	69,50
AB-61	4989,04	92,57	164,99	72,43
AB-62-CA	5015,45	87,69	164,95	77,27
AB-63	5078,24	87,78	164,86	77,08
AB-64-FI	5122,01	93,68	164,79	71,12
AB-65	5158,36	93,17	164,74	71,57
AB-66	5209,25	78,10	164,66	86,56
AB-67-CA	5224,86	77,88	164,64	86,75
AB-68	5309,25	93,49	164,51	71,02
AB-69-FI	5407,60	93,56	164,36	70,81
AB-70	5448,05	88,15	164,30	76,16
AB-71-CA	5462,02	88,09	164,28	76,19
AB-72	5488,51	92,92	164,24	71,32
AB-73-FI	5569,37	95,50	164,12	68,63
AB-74	5645,55	93,11	164,01	70,90
AB-75	5675,72	88,17	163,96	75,79
AB-76-CA	5725,59	88,08	163,89	75,81
AB-77	5738,08	88,75	163,87	75,12
AB-78	5765,16	92,80	163,83	71,02
AB-79-FI	5868,65	95,18	163,67	68,49
AB-80	5896,01	93,42	163,63	70,21
AB-81	5939,27	93,06	163,56	70,51
AB-82-CA	6002,48	77,82	163,47	85,65
AB-83	6035,65	78,27	163,42	85,15
AB-84-FI	6112,75	93,09	163,30	70,22
AB-85	6155,22	78,53	163,24	84,71
AB-86	6175,06	73,31	163,21	89,90
AB-87-CA	6213,50	67,82	163,15	95,34
AB-88	6346,28	71,24	162,95	91,71
AB-89	6384,23	77,78	162,90	85,11
AB-90-FI	6460,53	92,87	162,78	69,91
AB-91	6555,36	86,23	162,64	76,41
AB-92-CA	6640,43	86,11	162,51	76,39
AB-93	6714,54	97,84	162,40	64,56
AB-94-FI	6875,86	98,61	162,16	63,54
AB-95	6940,76	93,07	162,06	68,99
AB-96-CA	7145,54	87,55	161,75	74,20
AB-97-FI	7365,70	87,66	161,42	73,76
AB-98	7448,19	85,80	161,29	75,49
AB-99-CA	7581,69	83,81	161,09	77,28
AB-100	7659,70	86,85	160,98	74,13
AB-101=BE-1	7713,41	92,01	160,90	68,89
BE-2	7730,84	93,02	160,87	67,85
BE-3	7847,83	121,95	160,69	38,74
BE-4	7938,88	137,16	160,56	23,40
BE-5	8002,43	137,95	160,46	22,51
BE-6	8029,08	141,73	160,42	18,69
BE-7-FI	8146,85	147,79	160,24	12,45
BE-8-CA	8309,04	147,51	160,00	12,49
BE-9-CO	8415,62	158,33	159,84	1,51

Alternativa A1.1 - Tratto AB-BE: SOLLEVAMENTO CIXERRI - PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS - VASCA DI MEDAU ZIRIMILIS
Livello 27,50 [m s.l.m.]



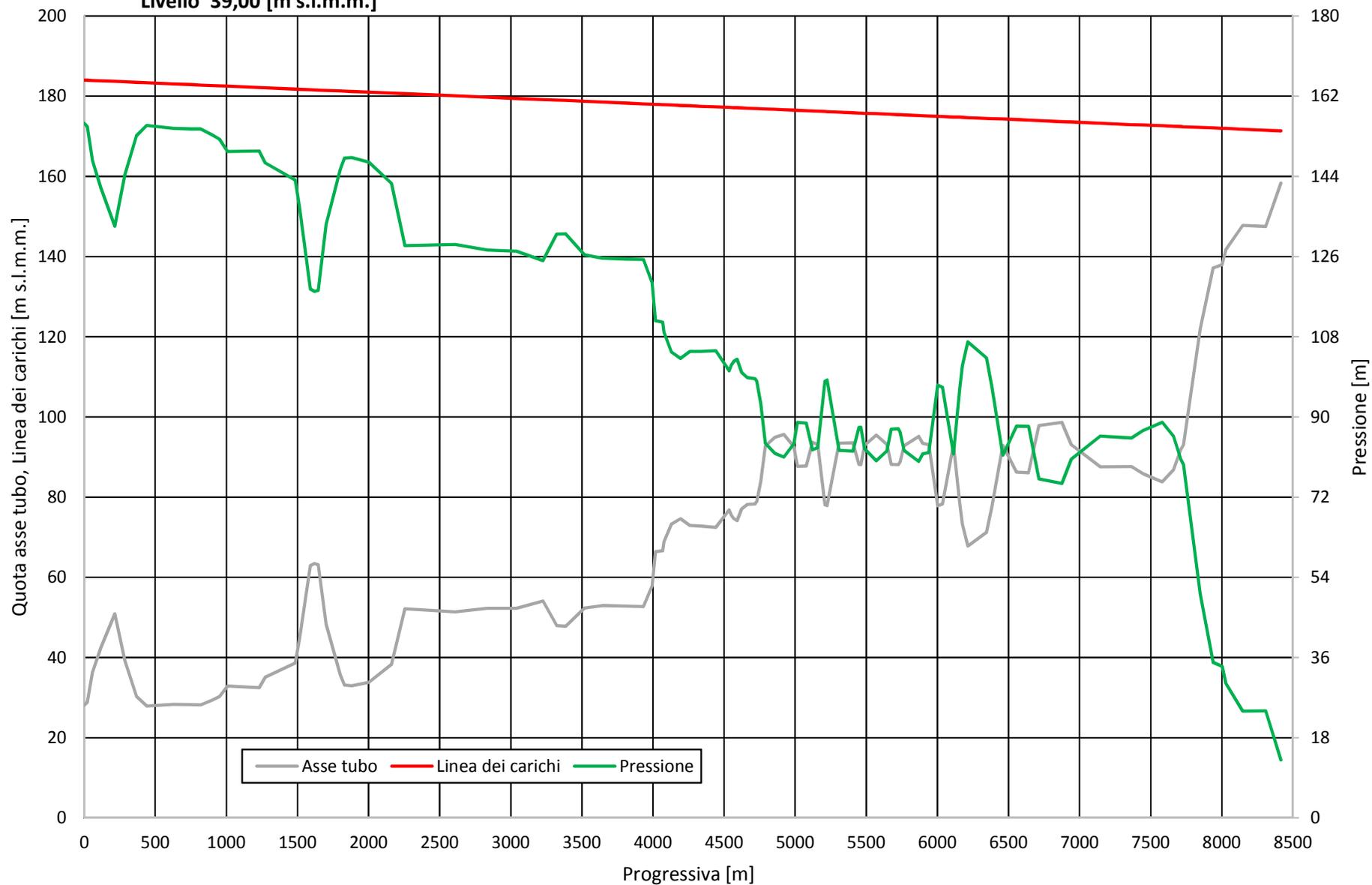
Alternativa A1.1 - Tratto AB-BE: SOLLEVAMENTO CIXERRI-PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS - VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS
 Livello 39,00 [m s.l.m.m.]



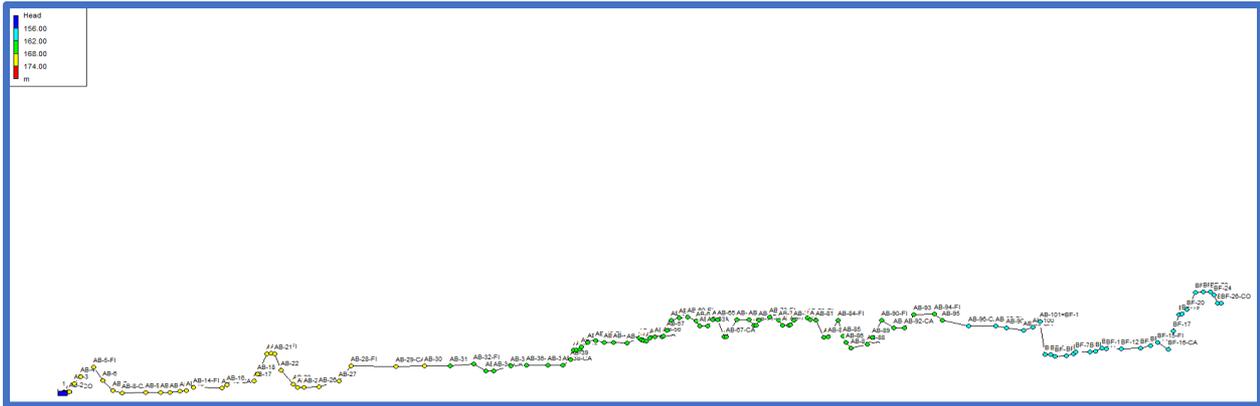
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
Resvr 1	===	39,00	39,00	===
AB-1-CO	0,00	28,10	184,00	155,90
AB-2	22,89	28,82	183,97	155,15
AB-3	60,17	36,43	183,91	147,48
AB-4	115,27	42,34	183,83	141,49
AB-5-FI	215,70	50,88	183,68	132,79
AB-6	287,73	39,21	183,57	144,36
AB-7	367,01	30,35	183,45	153,10
AB-8-CA	438,66	27,90	183,34	155,44
AB-9-FI	626,68	28,30	183,06	154,75
AB-10	747,83	28,21	182,87	154,66
AB-11-CA	818,68	28,16	182,77	154,61
AB-12	900,73	29,35	182,64	153,30
AB-13	951,33	30,22	182,57	152,35
AB-14-FI	1008,52	32,90	182,48	149,58
AB-15-CA	1231,02	32,45	182,15	149,70
AB-16	1273,69	35,10	182,08	146,99
AB-17	1484,34	38,62	181,77	143,15
AB-18	1514,77	44,70	181,72	137,02
AB-19	1590,33	62,92	181,61	118,69
AB-20-FI	1620,03	63,41	181,56	118,16
AB-21	1647,62	63,10	181,52	118,42
AB-22	1700,91	48,23	181,44	133,21
AB-23	1799,90	35,72	181,29	145,58
AB-24	1830,80	33,12	181,25	148,12
AB-25-CA	1880,76	32,94	181,17	148,23
AB-26	2000,87	33,78	180,99	147,21
AB-27	2160,92	38,34	180,75	142,41
AB-28-FI	2255,31	52,18	180,61	128,43
AB-29-CA	2609,25	51,36	180,07	128,72
AB-30	2834,31	52,27	179,74	127,47
AB-31	3039,70	52,27	179,43	127,16
AB-32-FI	3225,36	54,10	179,15	125,05
AB-33	3323,34	47,93	179,00	131,07
AB-34-CA	3385,88	47,77	178,91	131,13
AB-35	3518,60	52,34	178,71	126,37
AB-36-FI	3642,83	52,92	178,52	125,60
AB-37	3814,11	52,81	178,26	125,45
AB-38-CA	3933,23	52,70	178,08	125,38
AB-39	3995,04	57,94	177,99	120,05
AB-40	4016,35	66,40	177,96	111,56
AB-41	4039,95	66,48	177,92	111,44
AB-42	4067,78	66,58	177,88	111,30
AB-43	4079,02	69,01	177,86	108,85
AB-44	4128,75	73,23	177,79	104,55
AB-45-FI	4194,19	74,60	177,69	103,09
AB-46	4258,38	72,92	177,59	104,67
AB-47	4335,80	72,81	177,48	104,67
AB-48-CA	4442,01	72,47	177,32	104,85
AB-49-FI	4536,18	76,81	177,18	100,36
AB-50	4552,37	75,40	177,15	101,75
AB-51	4569,88	74,61	177,12	102,51
AB-52-CA	4591,59	74,14	177,09	102,95
AB-53	4622,91	77,06	177,04	99,99
AB-54	4663,48	78,17	176,98	98,81

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
AB-55	4717,40	78,32	176,90	98,58
AB-56	4727,85	78,83	176,89	98,06
AB-57	4759,33	83,90	176,84	92,94
AB-58	4790,64	92,74	176,79	84,05
AB-59	4856,22	94,88	176,69	81,81
AB-60-FI	4920,17	95,60	176,60	81,00
AB-61	4989,04	92,57	176,49	83,93
AB-62-CA	5015,45	87,69	176,45	88,77
AB-63	5078,24	87,78	176,36	88,58
AB-64-FI	5122,01	93,68	176,29	82,62
AB-65	5158,36	93,17	176,24	83,07
AB-66	5209,25	78,10	176,16	98,06
AB-67-CA	5224,86	77,88	176,14	98,25
AB-68	5309,25	93,49	176,01	82,52
AB-69-FI	5407,60	93,56	175,86	82,31
AB-70	5448,05	88,15	175,80	87,66
AB-71-CA	5462,02	88,09	175,78	87,69
AB-72	5488,51	92,92	175,74	82,82
AB-73-FI	5569,37	95,50	175,62	80,13
AB-74	5645,55	93,11	175,51	82,40
AB-75	5675,72	88,17	175,46	87,29
AB-76-CA	5725,59	88,08	175,39	87,31
AB-77	5738,08	88,75	175,37	86,62
AB-78	5765,16	92,80	175,33	82,52
AB-79-FI	5868,65	95,18	175,17	79,99
AB-80	5896,01	93,42	175,13	81,71
AB-81	5939,27	93,06	175,06	82,01
AB-82-CA	6002,48	77,82	174,97	97,15
AB-83	6035,65	78,27	174,92	96,65
AB-84-FI	6112,75	93,09	174,80	81,72
AB-85	6155,22	78,53	174,74	96,21
AB-86	6175,06	73,31	174,71	101,40
AB-87-CA	6213,50	67,82	174,65	106,84
AB-88	6346,28	71,24	174,45	103,21
AB-89	6384,23	77,78	174,40	96,61
AB-90-FI	6460,53	92,87	174,28	81,41
AB-91	6555,36	86,23	174,14	87,91
AB-92-CA	6640,43	86,11	174,01	87,89
AB-93	6714,54	97,84	173,90	76,06
AB-94-FI	6875,86	98,61	173,66	75,04
AB-95	6940,76	93,07	173,56	80,49
AB-96-CA	7145,54	87,55	173,25	85,70
AB-97-FI	7365,70	87,66	172,92	85,26
AB-98	7448,19	85,80	172,79	86,99
AB-99-CA	7581,69	83,81	172,59	88,78
AB-100	7659,70	86,85	172,48	85,63
AB-101=BE-1	7713,41	92,01	172,40	80,39
BE-2	7730,84	93,02	172,37	79,35
BE-3	7847,83	121,95	172,19	50,24
BE-4	7938,88	137,16	172,06	34,90
BE-5	8002,43	137,95	171,96	34,01
BE-6	8029,08	141,73	171,92	30,19
BE-7-FI	8146,85	147,79	171,74	23,95
BE-8-CA	8309,04	147,51	171,50	23,99
BE-9-CO	8415,62	158,33	171,34	13,01

Alternativa A1.1 - Tratto AB-BE: SOLLEVAMENTO CIXERRI - PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS - VASCA DI MEDAU ZIRIMILIS
Livello 39,00 [m s.l.m.]



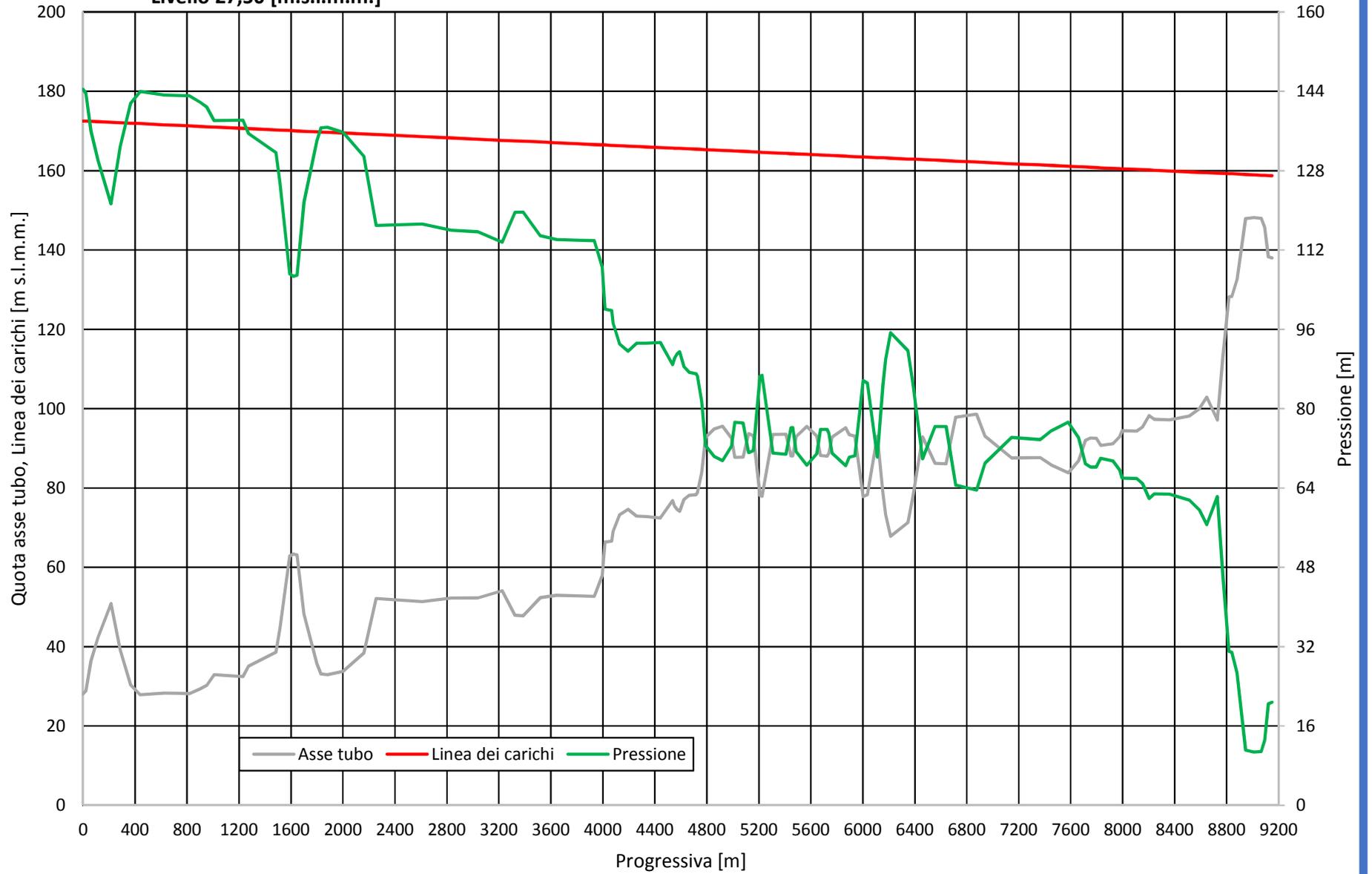
Alternativa A1.1 - Tratto AB-BF: SOLLEVAMENTO CIXERRI-PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS - INVASO MEDAU ZIRIMILIS
 Livello 27,50 [m s.l.m.m.]



Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
Resvr 1	===	27,50	27,50	===
AB-1-CO	0,00	28,10	172,50	144,40
AB-2	22,89	28,82	172,47	143,65
AB-3	60,17	36,43	172,41	135,98
AB-4	115,27	42,34	172,33	129,99
AB-5-FI	215,70	50,88	172,18	121,29
AB-6	287,73	39,21	172,07	132,86
AB-7	367,01	30,35	171,95	141,60
AB-8-CA	438,66	27,90	171,84	143,94
AB-9-FI	626,68	28,30	171,56	143,25
AB-10	747,83	28,21	171,37	143,16
AB-11-CA	818,68	28,16	171,27	143,11
AB-12	900,73	29,35	171,14	141,80
AB-13	951,33	30,22	171,07	140,85
AB-14-FI	1008,52	32,90	170,98	138,08
AB-15-CA	1231,02	32,45	170,65	138,20
AB-16	1273,69	35,10	170,58	135,49
AB-17	1484,34	38,62	170,27	131,65
AB-18	1514,77	44,70	170,22	125,52
AB-19	1590,33	62,92	170,11	107,19
AB-20-FI	1620,03	63,41	170,06	106,66
AB-21	1647,62	63,10	170,02	106,92
AB-22	1700,91	48,23	169,94	121,71
AB-23	1799,90	35,72	169,79	134,08
AB-24	1830,80	33,12	169,75	136,62
AB-25-CA	1880,76	32,94	169,67	136,73
AB-26	2000,87	33,78	169,49	135,71
AB-27	2160,92	38,34	169,25	130,91
AB-28-FI	2255,31	52,18	169,11	116,93
AB-29-CA	2609,25	51,36	168,57	117,22
AB-30	2834,31	52,27	168,24	115,97
AB-31	3039,70	52,27	167,93	115,66
AB-32-FI	3225,36	54,10	167,65	113,55
AB-33	3323,34	47,93	167,50	119,57
AB-34-CA	3385,88	47,77	167,41	119,63
AB-35	3518,60	52,34	167,21	114,87
AB-36-FI	3642,83	52,92	167,02	114,10
AB-37	3814,11	52,81	166,76	113,95
AB-38-CA	3933,23	52,70	166,58	113,88
AB-39	3995,04	57,94	166,49	108,55
AB-40	4016,35	66,40	166,46	100,06
AB-41	4039,95	66,48	166,42	99,94
AB-42	4067,78	66,58	166,38	99,80
AB-43	4079,02	69,01	166,36	97,35
AB-44	4128,75	73,23	166,29	93,05
AB-45-FI	4194,19	74,60	166,19	91,59
AB-46	4258,38	72,92	166,09	93,17
AB-48-CA	4442,01	72,47	165,82	93,35
AB-49-FI	4536,18	76,81	165,68	88,86
AB-50	4552,37	75,40	165,65	90,25
AB-51	4569,88	74,61	165,62	91,01
AB-52-CA	4591,59	74,14	165,59	91,45
AB-53	4622,91	77,06	165,54	88,49
AB-54	4663,48	78,17	165,48	87,31
AB-55	4717,40	78,32	165,40	87,08
AB-56	4727,85	78,83	165,39	86,56
AB-57	4759,33	83,90	165,34	81,44
AB-58	4790,64	92,74	165,29	72,55
AB-59	4856,22	94,88	165,19	70,31
AB-60-FI	4920,17	95,60	165,10	69,50
AB-61	4989,04	92,57	164,99	72,43
AB-62-CA	5015,45	87,69	164,95	77,27
AB-63	5078,24	87,78	164,86	77,08

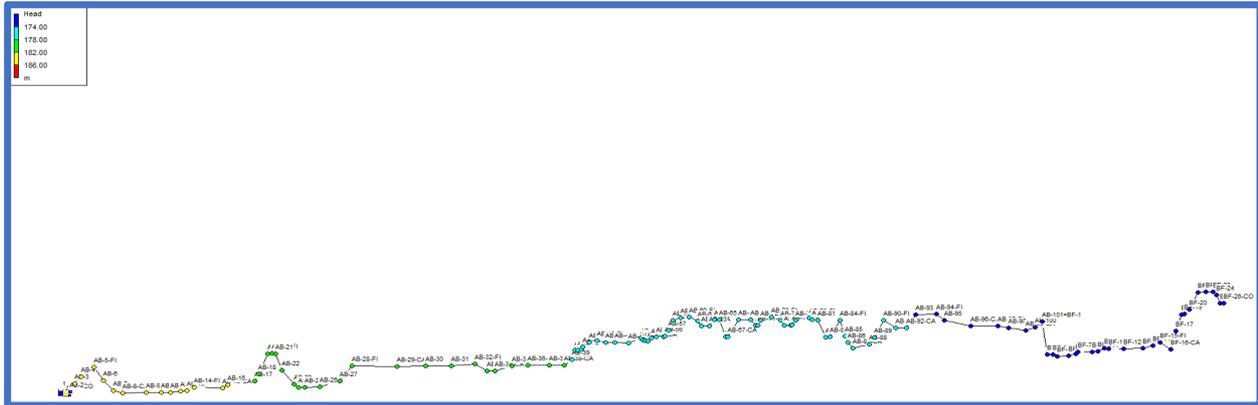
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
AB-64-FI	5122,01	93,68	164,79	71,12
AB-65	5158,36	93,17	164,74	71,57
AB-66	5209,25	78,10	164,66	86,56
AB-67-CA	5224,86	77,88	164,64	86,75
AB-68	5309,25	93,49	164,51	71,02
AB-69-FI	5407,60	93,56	164,36	70,81
AB-70	5448,05	88,15	164,30	76,16
AB-71-CA	5462,02	88,09	164,28	76,19
AB-72	5488,51	92,92	164,24	71,32
AB-73-FI	5569,37	95,50	164,12	68,63
AB-74	5645,55	93,11	164,01	70,90
AB-75	5675,72	88,17	163,96	75,79
AB-76-CA	5725,59	88,08	163,89	75,81
AB-77	5738,08	88,75	163,87	75,12
AB-78	5765,16	92,80	163,83	71,02
AB-79-FI	5868,65	95,18	163,67	68,49
AB-80	5896,01	93,42	163,63	70,21
AB-81	5939,27	93,06	163,56	70,51
AB-82-CA	6002,48	77,82	163,47	85,65
AB-83	6035,65	78,27	163,42	85,15
AB-84-FI	6112,75	93,09	163,30	70,22
AB-85	6155,22	78,53	163,24	84,71
AB-86	6175,06	73,31	163,21	89,90
AB-87-CA	6213,50	67,82	163,15	95,34
AB-88	6346,28	71,24	162,95	91,71
AB-89	6384,23	77,78	162,90	85,11
AB-90-FI	6460,53	92,87	162,78	69,91
AB-91	6555,36	86,23	162,64	76,41
AB-92-CA	6640,43	86,11	162,51	76,39
AB-93	6714,54	97,84	162,40	64,56
AB-94-FI	6875,86	98,61	162,16	63,54
AB-95	6940,76	93,07	162,06	68,99
AB-96-CA	7145,54	87,55	161,75	74,20
AB-97-FI	7365,70	87,66	161,42	73,76
AB-98	7448,19	85,80	161,29	75,49
AB-99-CA	7581,69	83,81	161,09	77,28
AB-100	7659,70	86,85	160,98	74,13
AB-101=BF-1	7713,41	92,01	160,90	68,89
BF-2-FI	7753,96	92,59	160,83	68,24
BF-3	7796,76	92,52	160,77	68,25
BF-4-CA	7831,29	90,72	160,72	70,00
BF-5	7924,99	91,11	160,58	69,46
BF-6	7977,13	92,93	160,50	67,57
BF-7-FI	7996,57	94,47	160,47	66,00
BF-8-CA	8107,03	94,39	160,30	65,92
BF-9	8151,46	95,36	160,24	64,88
BF-10-FI	8203,83	98,25	160,16	61,91
BF-11	8240,93	97,32	160,10	62,79
BF-12-CA	8359,85	97,16	159,92	62,76
BF-13	8511,45	98,16	159,69	61,54
BF-14	8589,87	99,99	159,58	59,59
BF-15-FI	8647,34	102,89	159,49	56,60
BF-16-CA	8727,80	97,10	159,37	62,27
BF-17	8770,44	113,04	159,31	46,27
BF-18	8817,74	128,16	159,23	31,08
BF-19	8840,65	128,34	159,20	30,86
BF-20	8878,90	132,40	159,14	26,74
BF-21	8945,37	147,95	159,04	11,10
BF-22-FI	9008,22	148,19	158,95	10,76
BF-23	9065,69	148,02	158,86	10,84
BF-24	9092,62	145,73	158,82	13,09
BF-25	9119,62	138,28	158,78	20,50
BF-26-CO	9148,94	137,96	158,74	20,78

Alternativa A1.1 - Tratto AB-BF: SOLLEVAMENTO CIXERRI-PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS - INVASO MEDAU ZIRIMILIS
Livello 27,50 [m.s.l.m.]



Alternativa A1.1 - Tratto AB-BF: SOLLEVAMENTO CIXERRI-PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS - INVASO MEDAU ZIRIMILIS

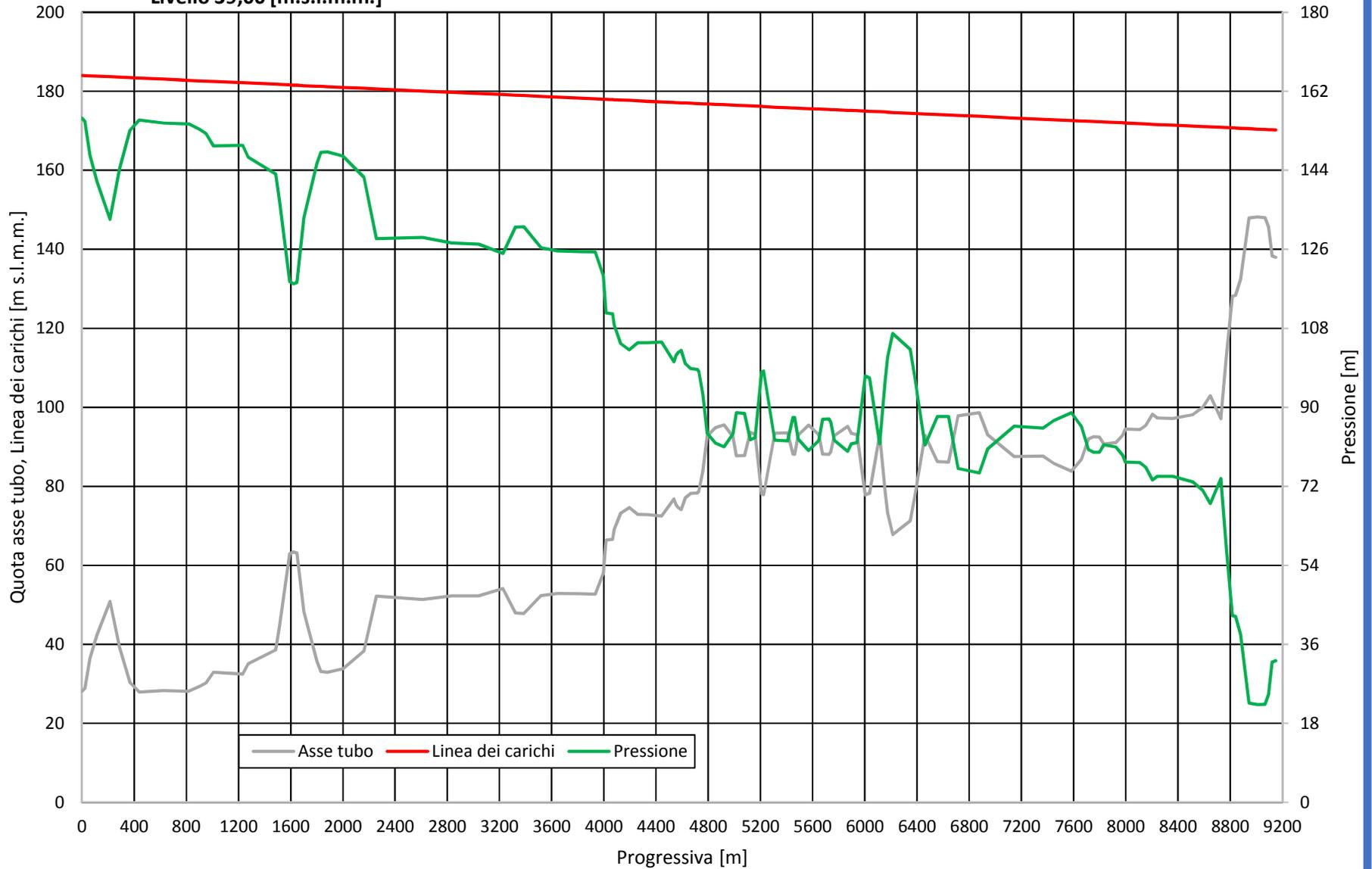
Livello 39,00 [m s.l.m.m.]



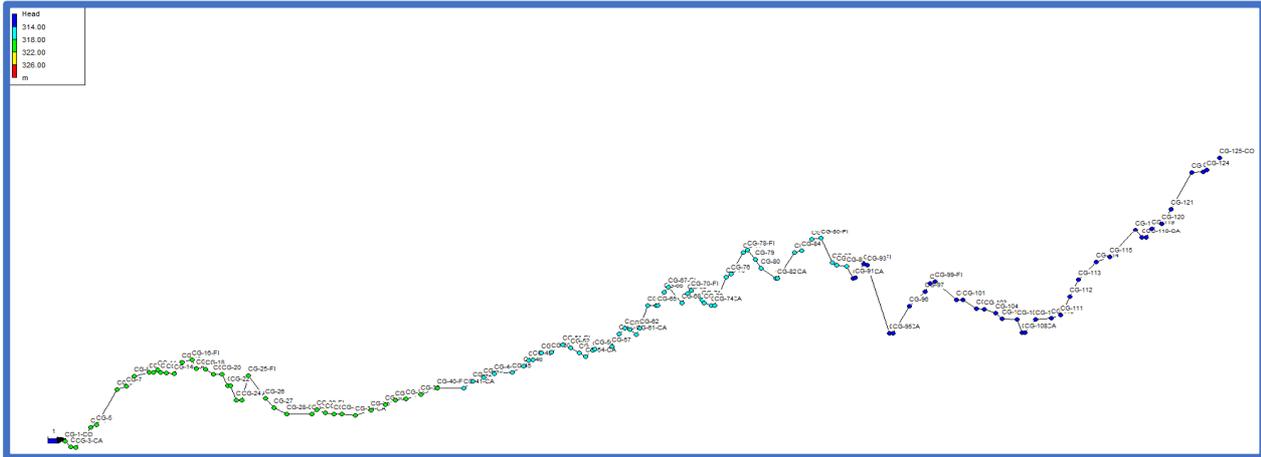
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
Resrvr 1	===	39,00	39,00	===
AB-1-CO	0,00	28,10	184,00	155,90
AB-2	22,89	28,82	183,97	155,15
AB-3	60,17	36,43	183,91	147,48
AB-4	115,27	42,34	183,83	141,49
AB-5-FI	215,70	50,88	183,68	132,79
AB-6	287,73	39,21	183,57	144,36
AB-7	367,01	30,35	183,45	153,10
AB-8-CA	438,66	27,90	183,34	155,44
AB-9-FI	626,68	28,30	183,06	154,75
AB-10	747,83	28,21	182,87	154,66
AB-11-CA	818,68	28,16	182,77	154,61
AB-12	900,73	29,35	182,64	153,30
AB-13	951,33	30,22	182,57	152,35
AB-14-FI	1008,52	32,90	182,48	149,58
AB-15-CA	1231,02	32,45	182,15	149,70
AB-16	1273,69	35,10	182,08	146,99
AB-17	1484,34	38,62	181,77	143,15
AB-18	1514,77	44,70	181,72	137,02
AB-19	1590,33	62,92	181,61	118,69
AB-20-FI	1620,03	63,41	181,56	118,16
AB-21	1647,62	63,10	181,52	118,42
AB-22	1700,91	48,23	181,44	133,21
AB-23	1799,90	35,72	181,29	145,58
AB-24	1830,80	33,12	181,25	148,12
AB-25-CA	1880,76	32,94	181,17	148,23
AB-26	2000,87	33,78	180,99	147,21
AB-27	2160,92	38,34	180,75	142,41
AB-28-FI	2255,31	52,18	180,61	128,43
AB-29-CA	2609,25	51,36	180,07	128,72
AB-30	2834,31	52,27	179,74	127,47
AB-31	3039,70	52,27	179,43	127,16
AB-32-FI	3225,36	54,10	179,15	125,05
AB-33	3323,34	47,93	179,00	131,07
AB-34-CA	3385,88	47,77	178,91	131,13
AB-35	3518,60	52,34	178,71	126,37
AB-36-FI	3642,83	52,92	178,52	125,60
AB-37	3814,11	52,81	178,26	125,45
AB-38-CA	3933,23	52,70	178,08	125,38
AB-39	3995,04	57,94	177,99	120,05
AB-40	4016,35	66,40	177,96	111,56
AB-41	4039,95	66,48	177,92	111,44
AB-42	4067,78	66,58	177,88	111,30
AB-43	4079,02	69,01	177,86	108,85
AB-44	4128,75	73,23	177,79	104,55
AB-45-FI	4194,19	74,60	177,69	103,09
AB-46	4258,38	72,92	177,59	104,67
AB-47	4335,80	72,81	177,48	104,67
AB-48-CA	4442,01	72,47	177,32	104,85
AB-49-FI	4536,18	76,81	177,18	100,36
AB-50	4552,37	75,40	177,15	101,75
AB-51	4569,88	74,61	177,12	102,51
AB-52-CA	4591,59	74,14	177,09	102,95
AB-53	4622,91	77,06	177,04	99,99
AB-54	4663,48	78,17	176,98	98,81
AB-55	4717,40	78,32	176,90	98,58
AB-56	4727,85	78,83	176,89	98,06
AB-57	4759,33	83,90	176,84	92,94
AB-58	4790,64	92,74	176,79	84,05
AB-59	4856,22	94,88	176,69	81,81
AB-60-FI	4920,17	95,60	176,60	81,00
AB-61	4989,04	92,57	176,49	83,93
AB-62-CA	5015,45	87,69	176,45	88,77
AB-63	5078,24	87,78	176,36	88,58

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
AB-64-FI	5122,01	93,68	176,29	82,62
AB-65	5158,36	93,17	176,24	83,07
AB-66	5209,25	78,10	176,16	98,06
AB-67-CA	5224,86	77,88	176,14	98,25
AB-68	5309,25	93,49	176,01	82,52
AB-69-FI	5407,60	93,56	175,86	82,31
AB-70	5448,05	88,15	175,80	87,66
AB-71-CA	5462,02	88,09	175,78	87,69
AB-72	5488,51	92,92	175,74	82,82
AB-73-FI	5569,37	95,50	175,62	80,13
AB-74	5645,55	93,11	175,51	82,40
AB-75	5675,72	88,17	175,46	87,29
AB-76-CA	5725,59	88,08	175,39	87,31
AB-77	5738,08	88,75	175,37	86,62
AB-78	5765,16	92,80	175,33	82,52
AB-79-FI	5868,65	95,18	175,17	79,99
AB-80	5896,01	93,42	175,13	81,71
AB-81	5939,27	93,06	175,06	82,01
AB-82-CA	6002,48	77,82	174,97	97,15
AB-83	6035,65	78,27	174,92	96,65
AB-84-FI	6112,75	93,09	174,80	81,72
AB-85	6155,22	78,53	174,74	96,21
AB-86	6175,06	73,31	174,71	101,40
AB-87-CA	6213,50	67,82	174,65	106,84
AB-88	6346,28	71,24	174,45	103,21
AB-89	6384,23	77,78	174,40	96,61
AB-90-FI	6460,53	92,87	174,28	81,41
AB-91	6555,36	86,23	174,14	87,91
AB-92-CA	6640,43	86,11	174,01	87,89
AB-93	6714,54	97,84	173,90	76,06
AB-94-FI	6875,86	98,61	173,66	75,04
AB-95	6940,76	93,07	173,56	80,49
AB-96-CA	7145,54	87,55	173,25	85,70
AB-97-FI	7365,70	87,66	172,92	85,26
AB-98	7448,19	85,80	172,79	86,99
AB-99-CA	7581,69	83,81	172,59	88,78
AB-100	7659,70	86,85	172,48	85,63
AB-101=BF-1	7713,41	92,01	172,40	80,39
BF-2-FI	7753,96	92,59	172,33	79,74
BF-3	7796,76	92,52	172,27	79,75
BF-4-CA	7831,29	90,72	172,22	81,50
BF-5	7924,99	91,11	172,08	80,96
BF-6	7977,13	92,93	172,00	79,07
BF-7-FI	7996,57	94,47	171,97	77,50
BF-8-CA	8107,03	94,39	171,80	77,42
BF-9	8151,46	95,36	171,74	76,38
BF-10-FI	8203,83	98,25	171,66	73,41
BF-11	8240,93	97,32	171,60	74,29
BF-12-CA	8359,85	97,16	171,42	74,26
BF-13	8511,45	98,16	171,19	73,04
BF-14	8589,87	99,99	171,08	71,09
BF-15-FI	8647,34	102,89	170,99	68,10
BF-16-CA	8727,80	97,10	170,87	73,77
BF-17	8770,44	113,04	170,81	57,77
BF-18	8817,74	128,16	170,73	42,58
BF-19	8840,65	128,34	170,70	42,36
BF-20	8878,90	132,40	170,64	38,24
BF-21	8945,37	147,95	170,54	22,60
BF-22-FI	9008,22	148,19	170,45	22,26
BF-23	9065,69	148,02	170,36	22,34
BF-24	9092,62	145,73	170,32	24,59
BF-25	9119,62	138,28	170,28	32,00
BF-26-CO	9148,94	137,96	170,24	32,28

Alternativa A1.1 - Tratto AB-BF: SOLLEVAMENTO CIXERRI-PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS - INVASO MEDAU ZIRIMILIS
Livello 39,00 [m.s.l.m.]



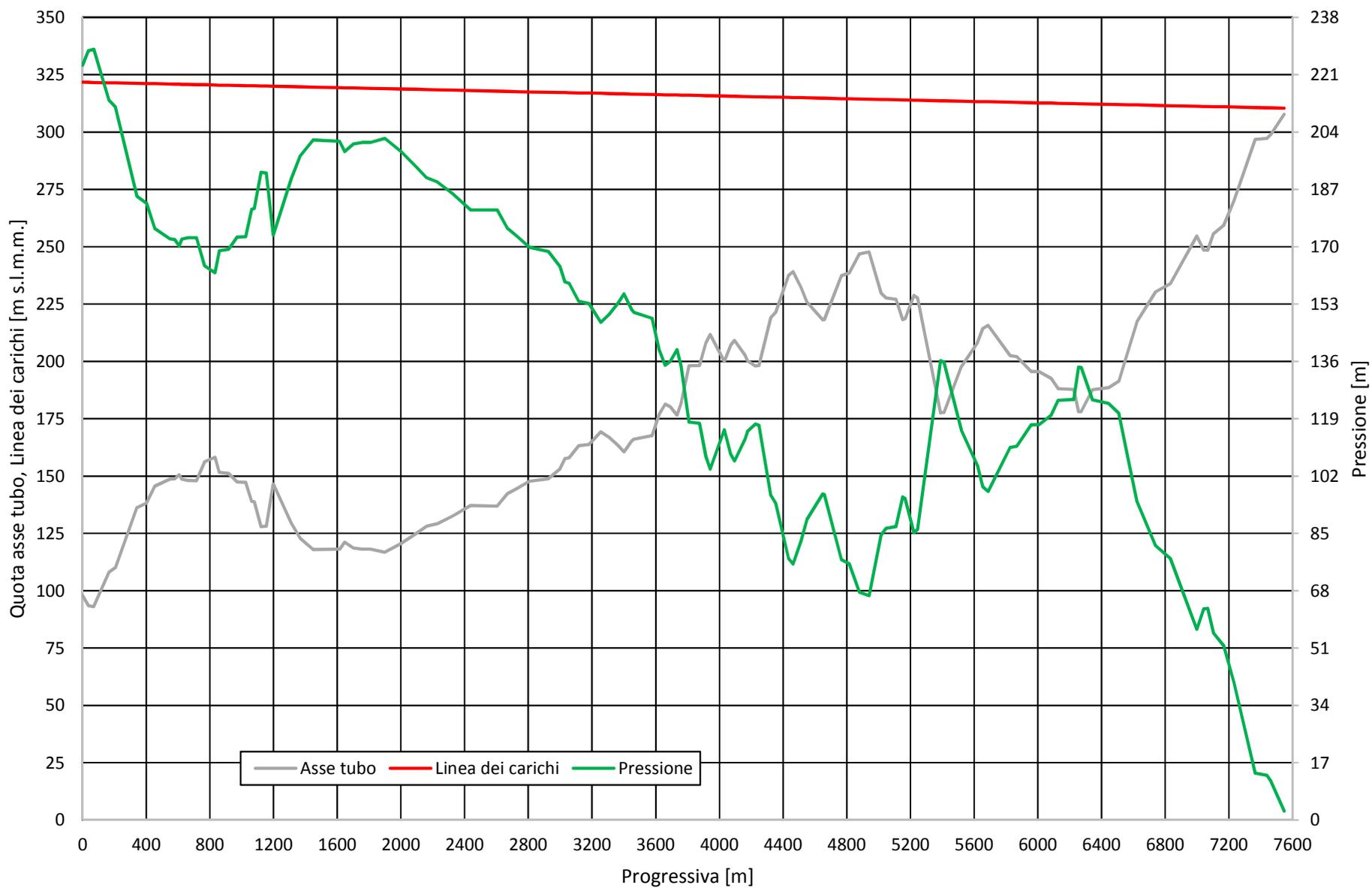
Alternativa A1.1 - Tratto C-G: SOLLEVAMENTO ZIRIMILIS - VASCA DI CARICO DI CAMPANASSA



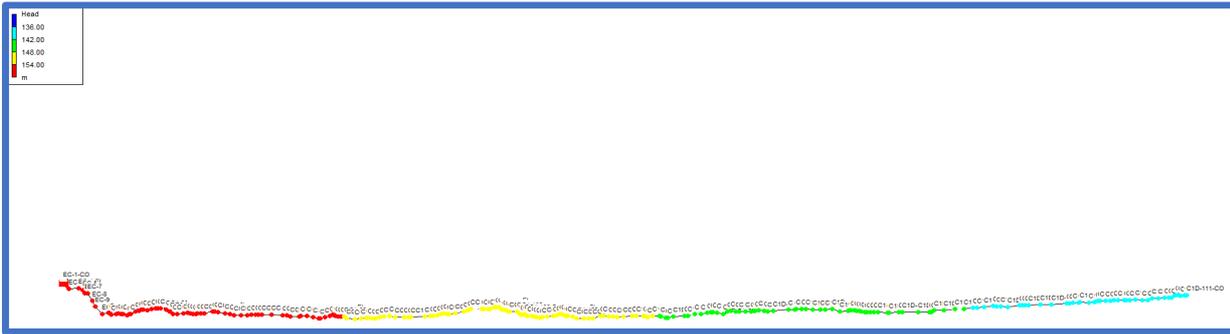
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
Resvr 1	===	156,75	156,75	===
CG-1-CO	0,00	97,92	321,75	223,83
CG-2	37,06	93,56	321,69	228,14
CG-3-CA	70,58	93,08	321,64	228,57
CG-4	166,03	108,10	321,50	213,40
CG-5	207,03	110,07	321,44	211,37
CG-6	341,07	136,25	321,24	184,99
CG-7	402,39	138,23	321,14	182,91
CG-8	453,21	145,66	321,07	175,41
CG-9	549,26	148,65	320,92	172,27
CG-10	580,35	148,78	320,88	172,10
CG-11-FI	605,83	150,61	320,84	170,23
CG-12	623,08	148,62	320,81	172,19
CG-13	661,33	148,04	320,76	172,71
CG-14-CA	715,61	147,95	320,67	172,72
CG-15	765,58	156,19	320,60	164,40
CG-16-FI	832,19	158,17	320,50	162,33
CG-17	858,33	151,67	320,46	168,79
CG-18	917,02	151,16	320,37	169,21
CG-19	971,65	147,40	320,29	172,88
CG-20	1025,49	147,30	320,21	172,91
CG-21	1062,71	139,08	320,15	181,07
CG-22	1079,43	138,81	320,13	181,31
CG-23-CA	1120,49	128,02	320,06	192,04
CG-24	1155,15	128,11	320,01	191,90
CG-25-FI	1197,69	146,50	319,95	173,44
CG-26	1310,13	129,64	319,78	190,14
CG-27	1367,83	122,76	319,69	196,93
CG-28-CA	1447,87	117,92	319,57	201,65
CG-29	1614,06	118,10	319,32	201,22
CG-30-FI	1646,22	121,09	319,27	198,18
CG-31	1699,79	118,71	319,19	200,48
CG-32	1755,50	118,14	319,11	200,96
CG-33	1809,20	118,10	319,03	200,93
CG-34-CA	1899,29	116,77	318,89	202,12
CG-35	2000,84	120,55	318,74	198,19
CG-36	2094,85	124,89	318,60	193,71
CG-37	2160,67	128,04	318,50	190,46
CG-38	2226,32	129,16	318,40	189,24
CG-39	2324,37	132,54	318,25	185,71
CG-40-FI	2435,66	137,13	318,09	180,95
CG-41-CA	2604,56	136,88	317,83	180,95
CG-42	2668,60	142,26	317,74	175,47
CG-43	2736,06	144,82	317,63	172,82
CG-44	2806,62	147,74	317,53	169,79
CG-45	2924,71	148,74	317,35	168,61
CG-46	2999,79	153,11	317,24	164,12
CG-47	3030,00	157,59	317,19	159,60
CG-48	3055,87	157,97	317,15	159,18
CG-49	3116,19	163,28	317,06	153,78
CG-50	3180,39	163,79	316,97	153,18
CG-51-FI	3254,85	169,25	316,85	147,60
CG-52	3305,46	167,00	316,78	149,78
CG-53	3363,27	163,33	316,69	153,36
CG-54-CA	3401,37	160,56	316,63	156,08
CG-55	3447,44	165,13	316,56	151,44
CG-56	3462,57	166,04	316,54	150,51
CG-57	3576,84	167,58	316,37	148,79
CG-58	3623,28	177,06	316,30	139,24
CG-59-FI	3659,29	181,37	316,24	134,88
CG-60	3691,25	180,22	316,20	135,98
CG-61-CA	3732,83	176,60	316,13	139,53
CG-62	3759,20	181,47	316,09	134,63

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
CG-63	3808,96	198,05	316,02	117,97
CG-64	3863,39	198,20	315,94	117,74
CG-65	3875,33	198,25	315,92	117,67
CG-66	3915,39	208,06	315,86	107,80
CG-67-FI	3942,57	211,75	315,82	104,07
CG-68-CA	4030,59	199,97	315,69	115,71
CG-69	4071,38	207,14	315,62	108,49
CG-70-FI	4093,97	209,16	315,59	106,43
CG-71	4161,19	202,51	315,49	112,98
CG-72	4176,83	200,14	315,47	115,33
CG-73-CA	4225,72	197,97	315,39	117,43
CG-74	4248,20	198,23	315,36	117,13
CG-75	4321,09	218,87	315,25	96,38
CG-76	4353,56	221,32	315,20	93,88
CG-77	4434,93	237,48	315,08	77,60
CG-78-FI	4463,49	239,11	315,03	75,92
CG-79	4513,90	232,18	314,96	82,78
CG-80	4550,44	225,81	314,90	89,10
CG-81-CA	4649,09	218,10	314,76	96,66
CG-82	4659,17	218,17	314,74	96,57
CG-83	4767,05	237,38	314,58	77,19
CG-84	4815,55	238,55	314,51	75,95
CG-85	4880,16	246,84	314,41	67,56
CG-86-FI	4939,53	247,74	314,32	66,57
CG-87	5016,24	229,70	314,20	84,51
CG-88	5045,97	227,71	314,16	86,45
CG-89	5109,49	227,06	314,06	87,00
CG-90-CA	5151,36	218,22	314,00	95,78
CG-91	5167,09	218,67	313,98	95,31
CG-92-FI	5221,67	228,72	313,89	85,17
CG-93	5244,74	227,74	313,86	86,12
CG-94-CA	5387,86	177,45	313,64	136,20
CG-95	5411,14	177,77	313,61	135,84
CG-96	5519,72	197,78	313,45	115,66
CG-97	5620,20	208,12	313,29	105,17
CG-98	5653,35	214,36	313,24	98,89
CG-99-FI	5688,45	215,77	313,19	97,42
CG-100	5826,11	202,51	312,98	110,47
CG-101	5868,25	202,07	312,92	110,85
CG-102	5958,55	195,57	312,79	117,21
CG-103	6008,57	195,47	312,71	117,24
CG-104	6083,52	192,51	312,60	120,09
CG-105	6127,49	188,08	312,53	124,45
CG-106	6224,80	187,71	312,38	124,67
CG-107-CA	6254,89	178,08	312,34	134,26
CG-108	6273,04	178,12	312,31	134,19
CG-109	6343,48	187,61	312,21	124,60
CG-110	6446,18	188,56	312,05	123,49
CG-111	6509,88	191,32	311,96	120,64
CG-112	6566,94	204,45	311,87	107,42
CG-113	6623,70	217,40	311,78	94,38
CG-114	6739,19	230,29	311,61	81,32
CG-115	6831,25	233,86	311,47	77,61
CG-116-FI	6998,43	254,67	311,22	56,55
CG-117	7041,33	248,54	311,16	62,62
CG-118-CA	7067,24	248,38	311,12	62,74
CG-119	7102,90	255,55	311,06	55,51
CG-120	7168,30	259,31	310,97	51,66
CG-121	7231,25	270,07	310,87	40,80
CG-122	7364,78	296,74	310,67	13,93
CG-123	7439,30	297,29	310,56	13,26
CG-124	7463,86	299,01	310,52	11,51
CG-125-CO	7547,34	307,77	310,40	2,63

Alternativa A1.1 - Tratto C-G: SOLLEVAMENTO ZIRIMILIS - VASCA DI CARICO DI CAMPANASSISSA



Alternativa A1.1 - Tratto E - C - C1 - D: VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS - SOLLEVAMENTO PONTE MURTAS
Livello 159,00 [m s.l.m.]



Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
EC-1-CO	0,00	159,00	159,00	0,00
EC-2	68,66	154,38	158,96	4,58
EC-3-CA	109,51	147,27	158,94	11,66
EC-4-FI	299,59	148,32	158,82	10,51
EC-5	377,00	144,52	158,78	14,26
EC-6	419,43	137,72	158,76	21,03
EC-7	479,17	137,11	158,72	21,61
EC-8	573,01	121,26	158,67	37,41
EC-9	627,47	109,24	158,63	49,40
EC-10-CA	754,22	92,77	158,56	65,79
EC-11-CO=CC1-1-CO	886,08	94,95	158,48	63,53
CC1-2	905,86	94,75	158,46	63,71
CC1-3-CA	940,75	90,70	158,43	67,73
CC1-4	1033,89	92,82	158,34	65,51
CC1-5-FI	1079,54	93,87	158,29	64,43
CC1-6	1129,94	93,08	158,24	65,17
CC1-7	1173,66	92,85	158,20	65,35
CC1-8-CA	1251,19	90,08	158,13	68,05
CC1-9	1283,77	92,50	158,09	65,60
CC1-10	1315,23	92,86	158,06	65,20
CC1-11	1415,81	98,03	157,97	59,93
CC1-12	1478,12	99,20	157,90	58,70
CC1-13-FI	1523,13	102,34	157,86	55,52
CC1-14	1565,47	101,61	157,82	56,21
CC1-15-CA	1645,80	100,28	157,74	57,46
CC1-16	1727,85	103,19	157,66	54,48
CC1-17	1804,53	105,18	157,59	52,41
CC1-18-FI	1847,73	105,42	157,54	52,12
CC1-19	1899,66	104,35	157,49	53,14
CC1-20	2005,21	101,58	157,39	55,81
CC1-21	2070,54	98,47	157,33	58,85
CC1-22	2093,80	98,05	157,30	59,26
CC1-23-CA	2146,25	92,77	157,25	64,48
CC1-24	2228,90	92,87	157,17	64,30
CC1-25	2342,22	93,74	157,06	63,33
CC1-26-FI	2423,68	95,17	156,98	61,81
CC1-27	2488,82	93,70	156,92	63,21
CC1-28	2533,29	93,19	156,87	63,69
CC1-29-CA	2588,05	92,80	156,82	64,02
CC1-30	2623,99	93,61	156,79	63,17
CC1-31	2685,31	93,77	156,73	62,96
CC1-32	2752,41	94,37	156,66	62,29
CC1-33	2915,67	97,49	156,50	59,01
CC1-34-FI	2961,80	97,94	156,46	58,51
CC1-35	3023,58	97,05	156,40	59,35
CC1-36	3156,56	94,13	156,27	62,14
CC1-37	3255,88	93,04	156,17	63,13
CC1-38-CA	3337,19	90,47	156,09	65,63
CC1-39	3481,82	90,56	155,95	65,39
CC1-40	3594,19	90,63	155,84	65,21
CC1-41-FI	3672,78	92,03	155,76	63,73
CC1-42	3762,07	91,47	155,68	64,21
CC1-43	3810,41	91,16	155,63	64,46
CC1-44-CA	3884,61	90,70	155,56	64,86
CC1-45-FI	4067,18	91,33	155,38	64,05
CC1-46	4291,21	90,66	155,16	64,50
CC1-47	4374,57	90,43	155,08	64,65

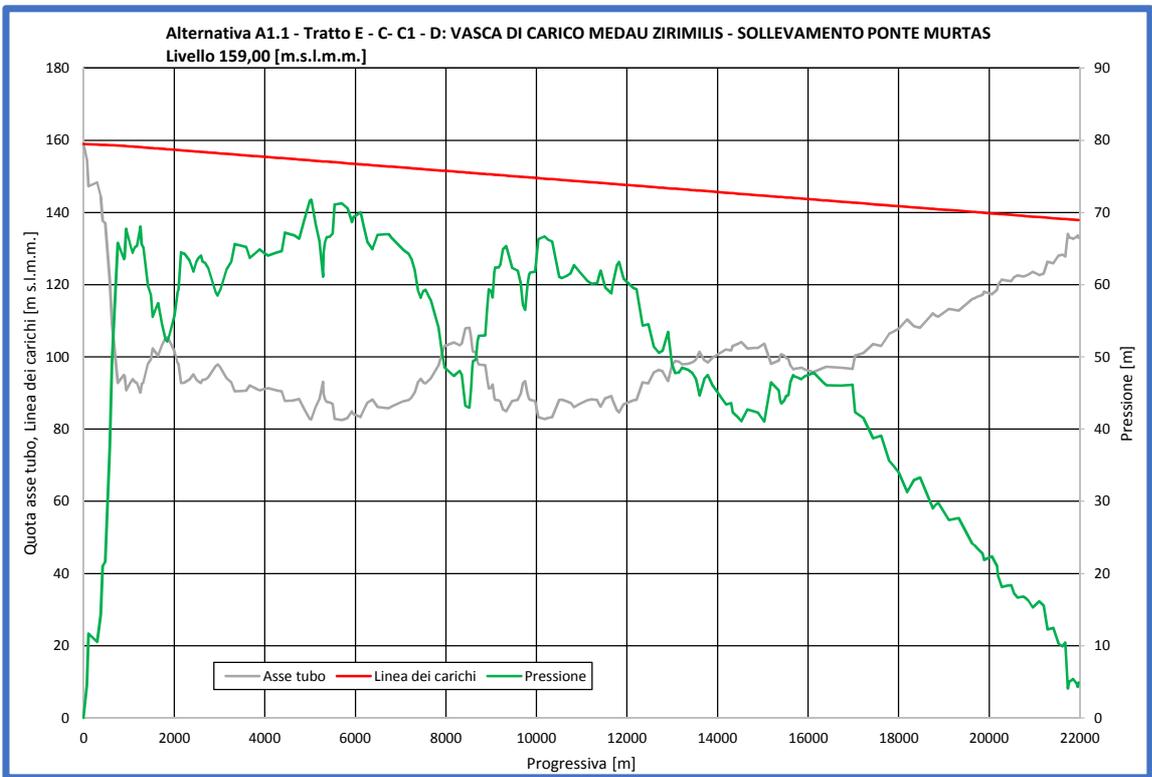
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
CC1-54-CA	5027,07	82,67	154,44	71,77
CC1-55	5122,02	85,95	154,35	68,40
CC1-56	5206,46	88,24	154,27	66,03
CC1-57-FI	5285,30	93,09	154,19	61,10
CC1-58	5297,78	89,65	154,18	64,53
CC1-59	5326,96	88,36	154,15	65,79
CC1-60	5370,56	87,52	154,11	66,58
CC1-61	5431,67	87,38	154,05	66,66
CC1-62	5498,78	86,90	153,98	67,08
CC1-63	5538,55	82,86	153,94	71,09
CC1-64-CA	5702,69	82,52	153,78	71,27
CC1-65	5823,32	83,06	153,66	70,61
CC1-66-FI	5925,35	84,87	153,56	68,69
CC1-67	5959,50	84,15	153,53	69,38
CC1-68	6045,42	83,77	153,45	69,67
CC1-69-CA	6114,32	83,32	153,38	70,06
CC1-70	6184,39	85,29	153,31	68,02
CC1-71	6266,29	87,30	153,23	65,93
CC1-72-FI	6375,75	88,20	153,13	64,93
CC1-73	6491,89	86,10	153,01	66,91
CC1-74	6663,07	85,85	152,84	67,00
CC1-75-CA	6739,43	85,77	152,77	67,00
CC1-76	6799,33	86,20	152,71	66,52
CC1-77	7068,92	87,69	152,45	64,76
CC1-78	7184,45	88,09	152,34	64,24
CC1-79	7241,35	88,70	152,28	63,58
CC1-80	7309,66	90,16	152,21	62,06
CC1-81	7382,45	92,91	152,14	59,24
CC1-82-FI	7444,02	93,88	152,08	58,20
CC1-83	7499,93	92,91	152,03	59,12
CC1-84-CA	7550,17	92,68	151,98	59,30
CC1-85	7667,19	93,97	151,86	57,90
CC1-86	7835,98	97,60	151,70	54,10
CC1-87	7910,48	100,80	151,63	50,82
CC1-88	7973,27	103,02	151,57	48,55
CC1-89-FI	8178,83	103,99	151,37	47,37
CC1-90	8225,08	103,68	151,32	47,65
CC1-91-CA	8305,92	103,17	151,24	48,07
CC1-92	8350,93	103,62	151,20	47,58
CC1-93	8426,28	107,85	151,12	43,28
CC1-94	8458,01	107,95	151,09	43,14
CC1-95-FI	8516,62	108,05	151,04	42,99
CC1-96	8556,15	105,44	151,00	45,55
CC1-97	8581,34	102,28	150,97	48,70
CC1-98	8600,54	101,56	150,95	49,39
CC1-99	8659,60	101,27	150,90	49,62
CC1-100	8697,76	98,72	150,86	52,14
CC1-101	8724,78	97,89	150,83	52,94
CC1-102	8870,54	97,73	150,69	52,96
CC1-103	8912,79	93,95	150,65	56,70
CC1-104-CA	8944,37	91,27	150,62	59,35
CC1-105	8995,98	91,42	150,57	59,14
CC1-106-FI	9030,67	92,30	150,53	58,24
CC1-107	9063,57	88,82	150,50	61,68
CC1-108	9085,58	88,10	150,48	62,38
CC1-109	9164,82	87,99	150,40	62,41
CC1-110	9204,88	87,62	150,36	62,74

CC1-48-CA	4441,99	87,79	155,01	67,22
CC1-49	4612,52	87,95	154,85	66,90
CC1-50	4643,23	87,98	154,82	66,84
CC1-51-FI	4760,04	88,33	154,70	66,38
CC1-52	4880,21	85,41	154,58	69,18
CC1-53	4990,24	82,85	154,48	71,63

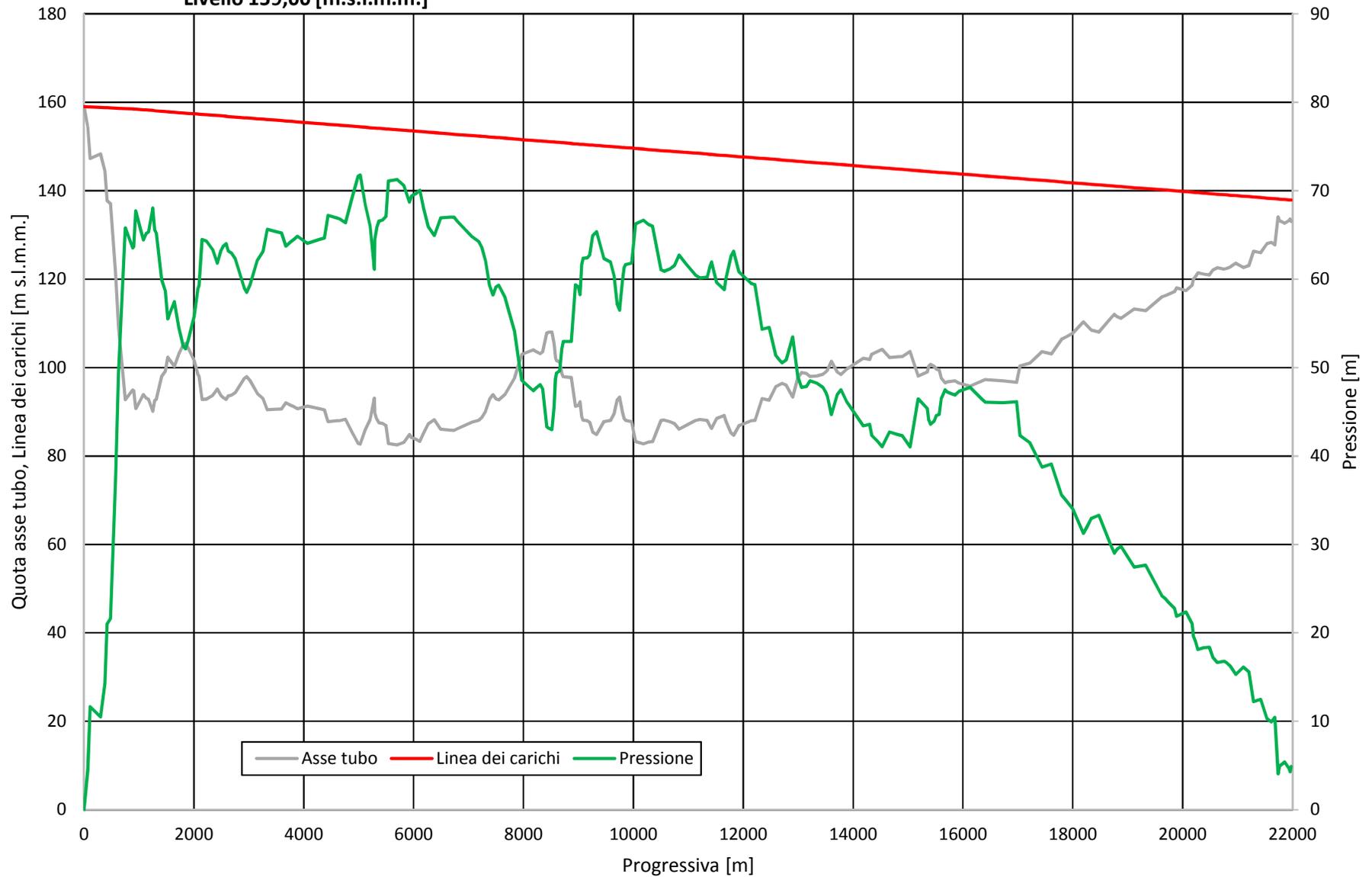
CC1-111	9260,17	85,40	150,31	64,91
CC1-112-CA	9327,78	84,87	150,24	65,37
CC1-113	9370,75	85,77	150,20	64,43
CC1-114	9461,69	87,80	150,11	62,31
CC1-115	9584,16	88,05	149,99	61,95
CC1-116	9652,75	89,68	149,93	60,25

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
CC1-117	9703,27	92,67	149,88	57,21
CC1-118-FI	9751,13	93,33	149,83	56,50
CC1-119	9799,38	89,94	149,78	59,84
CC1-120	9831,39	88,42	149,75	61,33
CC1-121	9862,95	88,05	149,72	61,67
CC1-122	9966,71	87,82	149,62	61,80
CC1-123	10039,49	83,28	149,55	66,27
CC1-124-CA	10184,09	82,73	149,41	66,67
CC1-125	10270,43	83,12	149,32	66,21
CC1-126	10349,69	83,26	149,25	65,98
CC1-127	10505,41	88,05	149,09	61,05
CC1-128-FI	10558,15	88,17	149,04	60,88
CC1-129	10669,09	87,76	148,94	61,18
CC1-130	10750,84	87,32	148,86	61,54
CC1-131-CA	10831,82	86,07	148,78	62,71
CC1-132=C1D-1-CO	10952,57	86,89	148,66	61,77
C1D-2	11126,13	88,00	148,49	60,49
C1D-3-FI	11212,07	88,28	148,41	60,13
C1D-4	11344,33	88,05	148,28	60,23
C1D-5	11395,40	86,77	148,23	61,45
C1D-6-CA	11423,80	86,26	148,20	61,94
C1D-7	11516,68	88,49	148,11	59,62
C1D-8-FI	11654,91	89,17	147,97	58,80
C1D-9	11682,83	87,96	147,95	59,99
C1D-10	11777,90	85,22	147,85	62,64
C1D-11-CA	11826,84	84,67	147,81	63,14
C1D-12	11924,55	86,88	147,71	60,83
C1D-13	12142,59	87,99	147,50	59,50
C1D-14	12213,19	88,05	147,43	59,38
C1D-15-FI	12345,18	92,96	147,30	54,34
C1D-16-CA	12471,66	92,65	147,18	54,53
C1D-17	12591,26	95,70	147,06	51,36
C1D-18	12662,88	96,13	146,99	50,86
C1D-19-FI	12709,25	96,39	146,94	50,55
C1D-20	12783,11	96,03	146,87	50,84
C1D-21-CA	12904,20	93,30	146,75	53,46
C1D-22	12994,52	97,67	146,67	48,99
C1D-23-FI	13062,16	98,86	146,60	47,74
C1D-24	13151,97	98,65	146,51	47,86
C1D-25-CA	13217,57	97,96	146,45	48,49
C1D-26	13343,22	98,07	146,33	48,25
C1D-27	13450,51	98,48	146,22	47,75
C1D-28	13504,51	98,98	146,17	47,19
C1D-29	13535,16	99,46	146,14	46,68
C1D-30-FI	13605,35	101,41	146,07	44,66
C1D-31	13711,48	99,03	145,97	46,94
C1D-32-CA	13781,14	98,41	145,90	47,48
C1D-33	13884,22	99,64	145,80	46,16
C1D-34-FI	14186,92	102,09	145,50	43,41
C1D-35-CA	14300,55	101,81	145,39	43,58
C1D-36	14337,27	103,04	145,36	42,31
C1D-37	14439,33	103,58	145,26	41,68
C1D-38-FI	14526,89	104,11	145,17	41,06
C1D-39-CA	14663,98	102,31	145,04	42,73
C1D-40	14812,18	102,46	144,89	42,43
C1D-41	14898,55	102,52	144,81	42,29
C1D-42-FI	15036,08	103,64	144,67	41,03
C1D-43-CA	15183,16	98,07	144,53	46,46
C1D-44	15352,69	99,00	144,36	45,37
C1D-45	15378,24	100,30	144,34	44,03
C1D-46-FI	15411,59	100,74	144,31	43,57
C1D-47	15476,31	100,28	144,24	43,96
C1D-48	15517,04	99,62	144,20	44,58

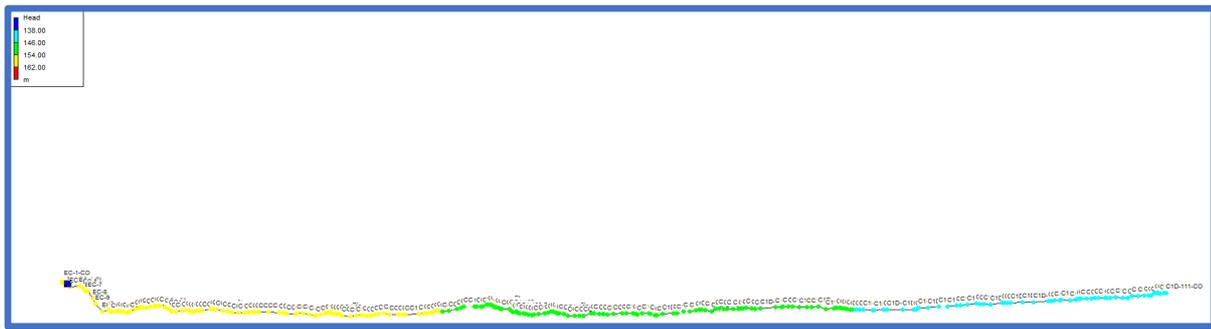
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
C1D-49	15568,37	99,44	144,15	44,71
C1D-50	15605,38	97,64	144,12	46,48
C1D-51-CA	15674,20	96,55	144,05	47,50
C1D-52	15713,18	96,76	144,01	47,26
C1D-53	15782,86	96,87	143,94	47,07
C1D-54-FI	15852,94	96,98	143,88	46,90
C1D-55	15928,00	96,49	143,80	47,32
C1D-56-CA	16130,62	95,81	143,61	47,79
C1D-57	16147,20	95,92	143,59	47,67
C1D-58	16337,65	96,92	143,40	46,49
C1D-59-FI	16404,28	97,25	143,34	46,09
C1D-60	16723,79	97,00	143,03	46,03
C1D-61	16935,18	96,72	142,82	46,10
C1D-62-CA	16980,04	96,62	142,78	46,15
C1D-63	17040,04	100,39	142,72	42,33
C1D-64	17219,76	101,04	142,54	41,50
C1D-65-FI	17438,41	103,58	142,33	38,74
C1D-66-CA	17612,46	103,07	142,16	39,09
C1D-67	17795,06	106,40	141,98	35,58
C1D-68	17878,47	106,94	141,90	34,96
C1D-69	18006,16	107,80	141,77	33,97
C1D-70-FI	18193,26	110,34	141,59	31,25
C1D-71	18253,48	109,58	141,53	31,95
C1D-72	18337,29	108,50	141,45	32,95
C1D-73-CA	18475,60	108,04	141,32	33,28
C1D-74	18699,53	111,26	141,10	29,84
C1D-75-FI	18758,77	112,03	141,04	29,01
C1D-76	18805,51	111,56	140,99	29,43
C1D-77-CA	18878,58	111,14	140,92	29,79
C1D-78-FI	19117,09	113,27	140,69	27,42
C1D-79-CA	19324,70	112,83	140,49	27,66
C1D-80	19627,66	116,03	140,19	24,16
C1D-81	19680,49	116,26	140,14	23,88
C1D-82	19742,79	116,62	140,08	23,46
C1D-83	19852,44	117,19	139,97	22,78
C1D-84-FI	19890,06	118,05	139,94	21,89
C1D-85-CA	20062,81	117,38	139,77	22,38
C1D-86	20172,14	118,61	139,66	21,05
C1D-87	20196,28	119,96	139,64	19,67
C1D-88	20232,80	120,54	139,60	19,06
C1D-89-FI	20279,33	121,45	139,56	18,11
C1D-90	20385,37	121,13	139,45	18,32
C1D-91-CA	20486,21	120,98	139,35	18,38
C1D-92	20552,04	122,05	139,29	17,24
C1D-93-FI	20630,42	122,56	139,21	16,66
C1D-94-CA	20751,67	122,29	139,10	16,80
C1D-95	20795,39	122,41	139,05	16,65
C1D-96	20866,85	122,72	138,98	16,26
C1D-97-FI	20966,34	123,59	138,89	15,30
C1D-98-CA	21106,73	122,63	138,75	16,12
C1D-99	21208,73	123,07	138,65	15,58
C1D-100-FI	21291,48	126,33	138,57	12,23
C1D-101-CA	21418,44	125,97	138,44	12,48
C1D-102	21534,07	128,03	138,33	10,30
C1D-103-FI	21614,77	128,33	138,25	9,92
C1D-104-CA	21679,07	127,76	138,19	10,43
C1D-105-FI	21737,35	134,07	138,13	4,06
C1D-106	21763,70	133,13	138,11	4,97
C1D-107	21815,13	132,89	138,06	5,17
C1D-108-CA	21853,66	132,62	138,02	5,40
C1D-109	21935,72	133,26	137,94	4,68
C1D-110-FI	21956,60	133,63	137,92	4,29
C1D-111-CO	21974,72	133,01	137,90	4,89



Alternativa A1.1 - Tratto E - C - C1 - D: VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS - SOLLEVAMENTO PONTE MURTAS
Livello 159,00 [m.s.l.m.m.]



Alternativa A1.1 - Tratto E - C - C1 - D: VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS - SOLLEVAMENTO PONTE MURTAS
 Livello 161,00 [m s.l.m.m.]



Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
EC-1-CO	0,00	161,00	161,00	0,00
EC-2	68,66	154,38	160,96	6,58
EC-3-CA	109,51	147,27	160,94	13,66
EC-4-FI	299,59	148,32	160,82	12,51
EC-5	377,00	144,52	160,78	16,26
EC-6	419,43	137,72	160,75	23,03
EC-7	479,17	137,11	160,72	23,61
EC-8	573,01	121,26	160,67	39,41
EC-9	627,47	109,24	160,63	51,40
EC-10-CA	754,22	92,77	160,56	67,79
EC-11-CO=CC1-1-CO	886,08	94,95	160,48	65,53
CC1-2	905,86	94,75	160,46	65,71
CC1-3-CA	940,75	90,70	160,43	69,73
CC1-4	1033,89	92,82	160,34	67,51
CC1-5-FI	1079,54	93,87	160,29	66,43
CC1-6	1129,94	93,08	160,24	67,17
CC1-7	1173,66	92,85	160,20	67,35
CC1-8-CA	1251,19	90,08	160,13	70,05
CC1-9	1283,77	92,50	160,09	67,60
CC1-10	1315,23	92,86	160,06	67,20
CC1-11	1415,81	98,03	159,97	61,93
CC1-12	1478,12	99,20	159,90	60,70
CC1-13-FI	1523,13	102,34	159,86	57,52
CC1-14	1565,47	101,61	159,82	58,21
CC1-15-CA	1645,80	100,28	159,74	59,46
CC1-16	1727,85	103,19	159,66	56,48
CC1-17	1804,53	105,18	159,59	54,41
CC1-18-FI	1847,73	105,42	159,54	54,12
CC1-19	1899,66	104,35	159,49	55,14
CC1-20	2005,21	101,58	159,39	57,81
CC1-21	2070,54	98,47	159,33	60,85
CC1-22	2093,80	98,05	159,30	61,26
CC1-23-CA	2146,25	92,77	159,25	66,48
CC1-24	2228,90	92,87	159,17	66,30
CC1-25	2342,22	93,74	159,06	65,33
CC1-26-FI	2423,68	95,17	158,98	63,81
CC1-27	2488,82	93,70	158,92	65,21
CC1-28	2533,29	93,19	158,87	65,69
CC1-29-CA	2588,05	92,80	158,82	66,02
CC1-30	2623,99	93,61	158,79	65,17
CC1-31	2685,31	93,77	158,73	64,96
CC1-32	2752,41	94,37	158,66	64,29
CC1-33	2915,67	97,49	158,50	61,01
CC1-34-FI	2961,80	97,94	158,46	60,51
CC1-35	3023,58	97,05	158,40	61,35
CC1-36	3156,56	94,13	158,27	64,14
CC1-37	3255,88	93,04	158,17	65,13
CC1-38-CA	3337,19	90,47	158,09	67,63
CC1-39	3481,82	90,56	157,95	67,39
CC1-40	3594,19	90,63	157,84	67,21
CC1-41-FI	3672,78	92,03	157,76	65,73
CC1-42	3762,07	91,47	157,68	66,21
CC1-43	3810,41	91,16	157,63	66,46
CC1-44-CA	3884,61	90,70	157,56	66,86
CC1-45-FI	4067,18	91,33	157,38	66,05
CC1-46	4291,21	90,66	157,16	66,50
CC1-47	4374,57	90,43	157,08	66,65
CC1-48-CA	4441,99	87,79	157,01	69,22

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
CC1-54-CA	5027,07	82,67	156,44	73,77
CC1-55	5122,02	85,95	156,35	70,40
CC1-56	5206,46	88,24	156,27	68,03
CC1-57-FI	5285,30	93,09	156,19	63,10
CC1-58	5297,78	89,65	156,18	66,53
CC1-59	5326,96	88,36	156,15	67,79
CC1-60	5370,56	87,52	156,11	68,58
CC1-61	5431,67	87,38	156,05	68,66
CC1-62	5498,78	86,90	155,98	69,08
CC1-63	5538,55	82,86	155,94	73,09
CC1-64-CA	5702,69	82,52	155,78	73,27
CC1-65	5823,32	83,06	155,66	72,61
CC1-66-FI	5925,35	84,87	155,56	70,69
CC1-67	5959,50	84,15	155,53	71,38
CC1-68	6045,42	83,77	155,45	71,67
CC1-69-CA	6114,32	83,32	155,38	72,06
CC1-70	6184,39	85,29	155,31	70,02
CC1-71	6266,29	87,30	155,23	67,93
CC1-72-FI	6375,75	88,20	155,13	66,93
CC1-73	6491,89	86,10	155,01	68,91
CC1-74	6663,07	85,85	154,84	69,00
CC1-75-CA	6739,43	85,77	154,77	69,00
CC1-76	6799,33	86,20	154,71	68,52
CC1-77	7068,92	87,69	154,45	66,76
CC1-78	7184,45	88,09	154,34	66,24
CC1-79	7241,35	88,70	154,28	65,58
CC1-80	7309,66	90,16	154,21	64,06
CC1-81	7382,45	92,91	154,14	61,24
CC1-82-FI	7444,02	93,88	154,08	60,20
CC1-83	7499,93	92,91	154,03	61,12
CC1-84-CA	7550,17	92,68	153,98	61,30
CC1-85	7667,19	93,97	153,86	59,90
CC1-86	7835,98	97,60	153,70	56,10
CC1-87	7910,48	100,80	153,63	52,82
CC1-88	7973,27	103,02	153,57	50,55
CC1-89-FI	8178,83	103,99	153,37	49,37
CC1-90	8225,08	103,68	153,32	49,65
CC1-91-CA	8305,92	103,17	153,24	50,07
CC1-92	8350,93	103,62	153,20	49,58
CC1-93	8426,28	107,85	153,12	45,28
CC1-94	8458,01	107,95	153,09	45,14
CC1-95-FI	8516,62	108,05	153,04	44,99
CC1-96	8556,15	105,44	153,00	47,55
CC1-97	8581,34	102,28	152,97	50,70
CC1-98	8600,54	101,56	152,95	51,39
CC1-99	8659,60	101,27	152,90	51,62
CC1-100	8697,76	98,72	152,86	54,14
CC1-101	8724,78	97,89	152,83	54,94
CC1-102	8870,54	97,73	152,69	54,96
CC1-103	8912,79	93,95	152,65	58,70
CC1-104-CA	8944,37	91,27	152,62	61,35
CC1-105	8995,98	91,42	152,57	61,14
CC1-106-FI	9030,67	92,30	152,53	60,24
CC1-107	9063,57	88,82	152,50	63,68
CC1-108	9085,58	88,10	152,48	64,38
CC1-109	9164,82	87,99	152,40	64,41
CC1-110	9204,88	87,62	152,36	64,74
CC1-111	9260,17	85,40	152,31	66,91

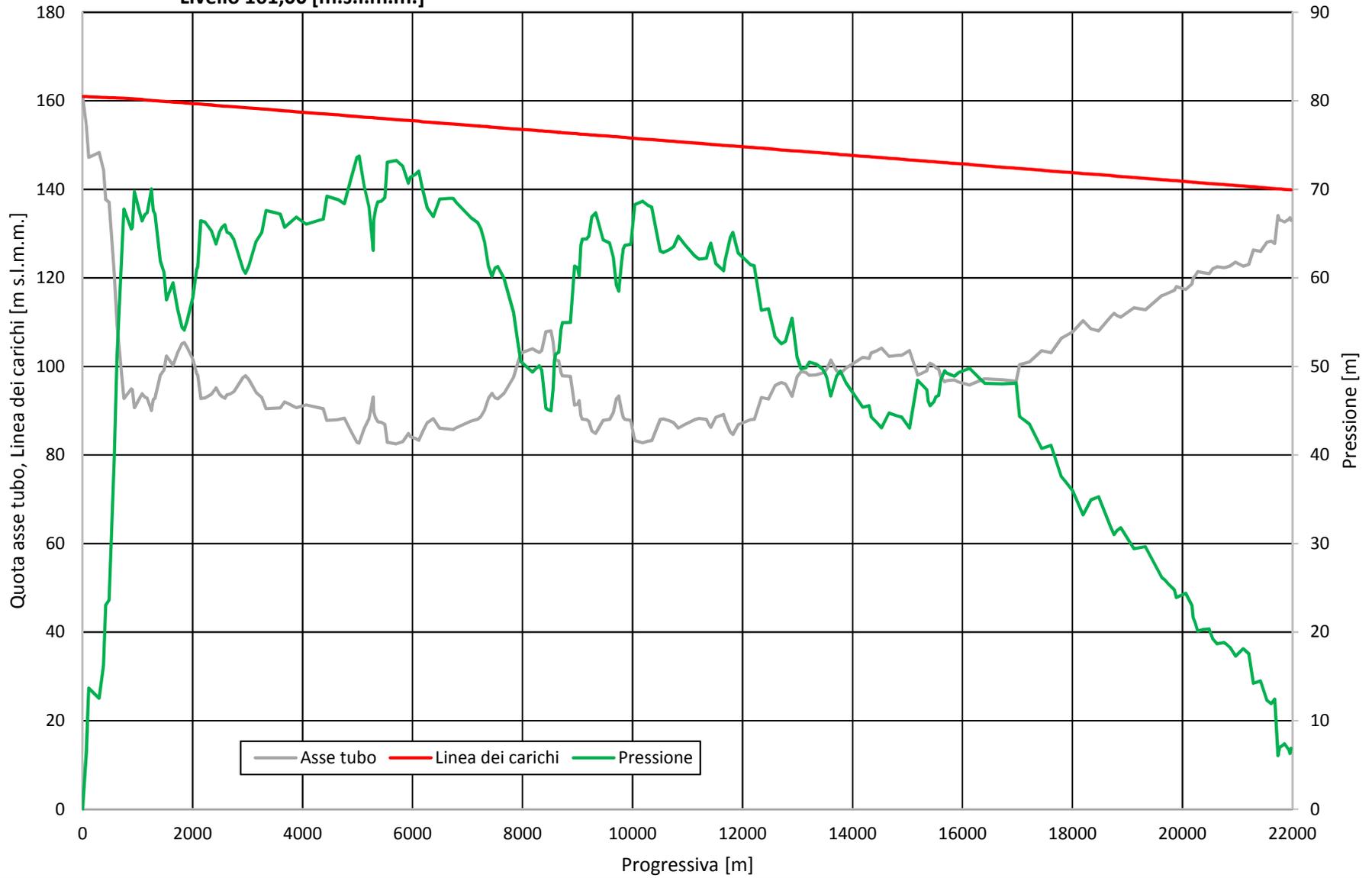
CC1-49	4612,52	87,95	156,85	68,90
CC1-50	4643,23	87,98	156,82	68,84
CC1-51-FI	4760,04	88,33	156,70	68,38
CC1-52	4880,21	85,41	156,58	71,18
CC1-53	4990,24	82,85	156,48	73,63

CC1-112-CA	9327,78	84,87	152,24	67,37
CC1-113	9370,75	85,77	152,20	66,43
CC1-114	9461,69	87,80	152,11	64,31
CC1-115	9584,16	88,05	151,99	63,95
CC1-116	9652,75	89,68	151,93	62,25

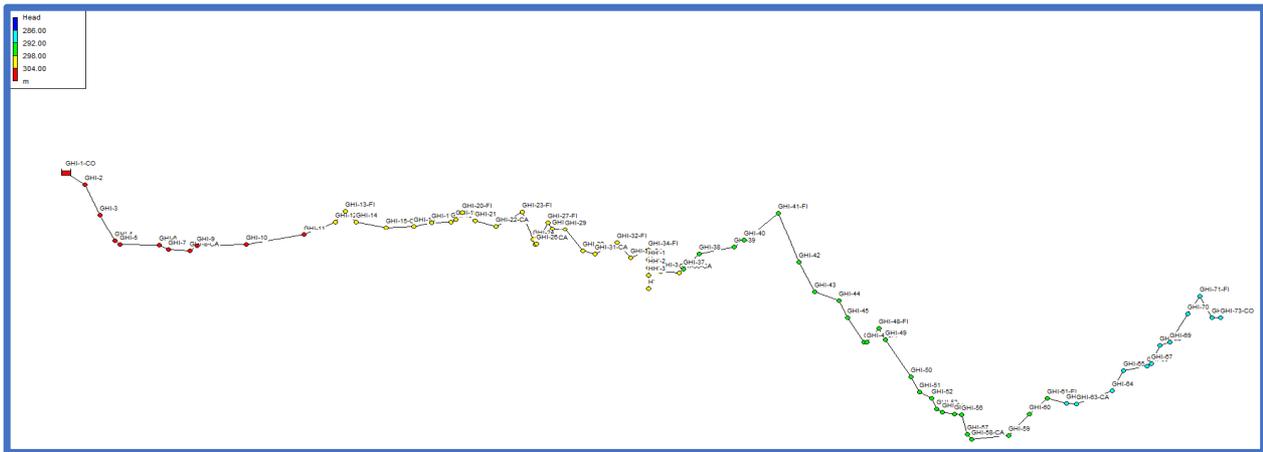
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
CC1-117	9703,27	92,67	151,88	59,21
CC1-118-FI	9751,13	93,33	151,83	58,50
CC1-119	9799,38	89,94	151,78	61,84
CC1-120	9831,39	88,42	151,75	63,33
CC1-121	9862,95	88,05	151,72	63,67
CC1-122	9966,71	87,82	151,62	63,80
CC1-123	10039,49	83,28	151,55	68,27
CC1-124-CA	10184,09	82,73	151,41	68,67
CC1-125	10270,43	83,12	151,32	68,21
CC1-126	10349,69	83,26	151,25	67,98
CC1-127	10505,41	88,05	151,09	63,05
CC1-128-FI	10558,15	88,17	151,04	62,88
CC1-129	10669,09	87,76	150,94	63,18
CC1-130	10750,84	87,32	150,86	63,54
CC1-131-CA	10831,82	86,07	150,78	64,71
CC1-132=C1D-1-CO	10952,57	86,89	150,66	63,77
C1D-2	11126,13	88,00	150,49	62,49
C1D-3-FI	11212,07	88,28	150,41	62,13
C1D-4	11344,33	88,05	150,28	62,23
C1D-5	11395,40	86,77	150,23	63,45
C1D-6-CA	11423,80	86,26	150,20	63,94
C1D-7	11516,68	88,49	150,11	61,62
C1D-8-FI	11654,91	89,17	149,97	60,80
C1D-9	11682,83	87,96	149,95	61,99
C1D-10	11777,90	85,22	149,85	64,64
C1D-11-CA	11826,84	84,67	149,81	65,14
C1D-12	11924,55	86,88	149,71	62,83
C1D-13	12142,59	87,99	149,50	61,50
C1D-14	12213,19	88,05	149,43	61,38
C1D-15-FI	12345,18	92,96	149,30	56,34
C1D-16-CA	12471,66	92,65	149,18	56,53
C1D-17	12591,26	95,70	149,06	53,36
C1D-18	12662,88	96,13	148,99	52,86
C1D-19-FI	12709,25	96,39	148,94	52,55
C1D-20	12783,11	96,03	148,87	52,84
C1D-21-CA	12904,20	93,30	148,75	55,46
C1D-22	12994,52	97,67	148,67	50,99
C1D-23-FI	13062,16	98,86	148,60	49,74
C1D-24	13151,97	98,65	148,51	49,86
C1D-25-CA	13217,57	97,96	148,45	50,49
C1D-26	13343,22	98,07	148,33	50,25
C1D-27	13450,51	98,48	148,22	49,75
C1D-28	13504,51	98,98	148,17	49,19
C1D-29	13535,16	99,46	148,14	48,68
C1D-30-FI	13605,35	101,41	148,07	46,66
C1D-31	13711,48	99,03	147,97	48,94
C1D-32-CA	13781,14	98,41	147,90	49,48
C1D-33	13884,22	99,64	147,80	48,16
C1D-34-FI	14186,92	102,09	147,50	45,41
C1D-35-CA	14300,55	101,81	147,39	45,58
C1D-36	14337,27	103,04	147,36	44,31
C1D-37	14439,33	103,58	147,26	43,68
C1D-38-FI	14526,89	104,11	147,17	43,06
C1D-39-CA	14663,98	102,31	147,04	44,73
C1D-40	14812,18	102,46	146,89	44,43
C1D-41	14898,55	102,52	146,81	44,29
C1D-42-FI	15036,08	103,64	146,67	43,03
C1D-43-CA	15183,16	98,07	146,53	48,46
C1D-44	15352,69	99,00	146,36	47,37
C1D-45	15378,24	100,30	146,34	46,03
C1D-46-FI	15411,59	100,74	146,31	45,57
C1D-47	15476,31	100,28	146,24	45,96
C1D-48	15517,04	99,62	146,20	46,58

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
C1D-49	15568,37	99,44	146,15	46,71
C1D-50	15605,38	97,64	146,12	48,48
C1D-51-CA	15674,20	96,55	146,05	49,50
C1D-52	15713,18	96,76	146,01	49,26
C1D-53	15782,86	96,87	145,94	49,07
C1D-54-FI	15852,94	96,98	145,88	48,90
C1D-55	15928,00	96,49	145,80	49,32
C1D-56-CA	16130,62	95,81	145,61	49,79
C1D-57	16147,20	95,92	145,59	49,67
C1D-58	16337,65	96,92	145,40	48,49
C1D-59-FI	16404,28	97,25	145,34	48,09
C1D-60	16723,79	97,00	145,03	48,03
C1D-61	16935,18	96,72	144,82	48,10
C1D-62-CA	16980,04	96,62	144,78	48,15
C1D-63	17040,04	100,39	144,72	44,33
C1D-64	17219,76	101,04	144,54	43,50
C1D-65-FI	17438,41	103,58	144,33	40,74
C1D-66-CA	17612,46	103,07	144,16	41,09
C1D-67	17795,06	106,40	143,98	37,58
C1D-68	17878,47	106,94	143,90	36,96
C1D-69	18006,16	107,80	143,77	35,97
C1D-70-FI	18193,26	110,34	143,59	33,25
C1D-71	18253,48	109,58	143,53	33,95
C1D-72	18337,29	108,50	143,45	34,95
C1D-73-CA	18475,60	108,04	143,32	35,28
C1D-74	18699,53	111,26	143,10	31,84
C1D-75-FI	18758,77	112,03	143,04	31,01
C1D-76	18805,51	111,56	142,99	31,43
C1D-77-CA	18878,58	111,14	142,92	31,79
C1D-78-FI	19117,09	113,27	142,69	29,42
C1D-79-CA	19324,70	112,83	142,49	29,66
C1D-80	19627,66	116,03	142,19	26,16
C1D-81	19680,49	116,26	142,14	25,88
C1D-82	19742,79	116,62	142,08	25,46
C1D-83	19852,44	117,19	141,97	24,78
C1D-84-FI	19890,06	118,05	141,94	23,89
C1D-85-CA	20062,81	117,38	141,77	24,38
C1D-86	20172,14	118,61	141,66	23,05
C1D-87	20196,28	119,96	141,64	21,67
C1D-88	20232,80	120,54	141,60	21,06
C1D-89-FI	20279,33	121,45	141,56	20,11
C1D-90	20385,37	121,13	141,45	20,32
C1D-91-CA	20486,21	120,98	141,35	20,38
C1D-92	20552,04	122,05	141,29	19,24
C1D-93-FI	20630,42	122,56	141,21	18,66
C1D-94-CA	20751,67	122,29	141,10	18,80
C1D-95	20795,39	122,41	141,05	18,65
C1D-96	20866,85	122,72	140,98	18,26
C1D-97-FI	20966,34	123,59	140,89	17,30
C1D-98-CA	21106,73	122,63	140,75	18,12
C1D-99	21208,73	123,07	140,65	17,58
C1D-100-FI	21291,48	126,33	140,57	14,23
C1D-101-CA	21418,44	125,97	140,44	14,48
C1D-102	21534,07	128,03	140,33	12,30
C1D-103-FI	21614,77	128,33	140,25	11,92
C1D-104-CA	21679,07	127,76	140,19	12,43
C1D-105-FI	21737,35	134,07	140,13	6,06
C1D-106	21763,70	133,13	140,11	6,97
C1D-107	21815,13	132,89	140,06	7,17
C1D-108-CA	21853,66	132,62	140,02	7,40
C1D-109	21935,72	133,26	139,94	6,68
C1D-110-FI	21956,60	133,63	139,92	6,29
C1D-111-CO	21974,72	133,01	139,90	6,89

Alternativa A1.1 - Tratto E - C - C1 - D: VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS - SOLLEVAMENTO PONTE MURTAS
Livello 161,00 [m.s.l.m.m.]



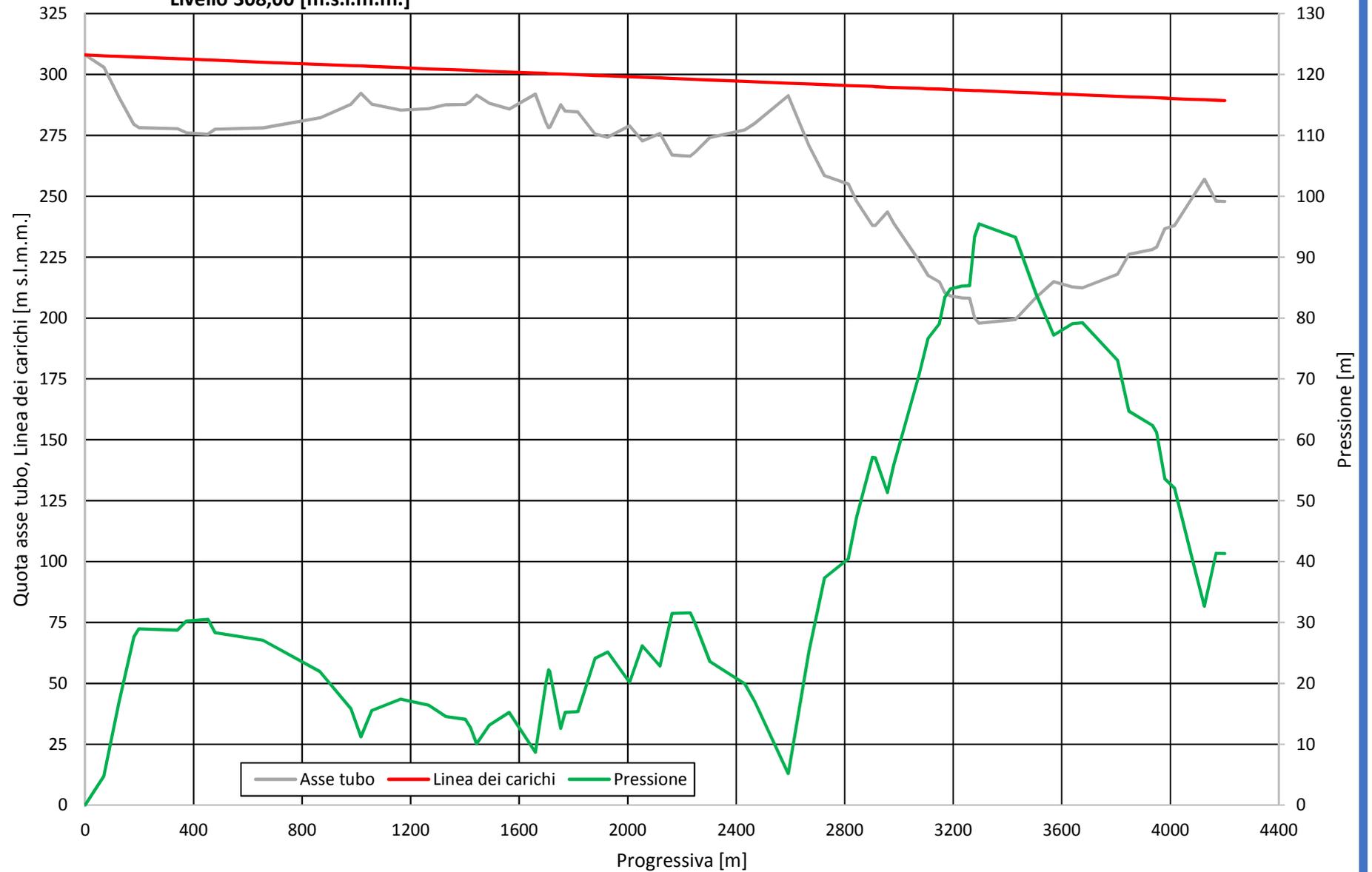
Alternativa A1.1 - Tratto G-H-I:
VASCA DI CAMPANASSISA - CENTRALE DI BAU PRESSIU - POZZETTO GALLERIA CONSEGNA E PRESA BAU PRESSIU
Livello 308,00 [m s.l.m.m.]



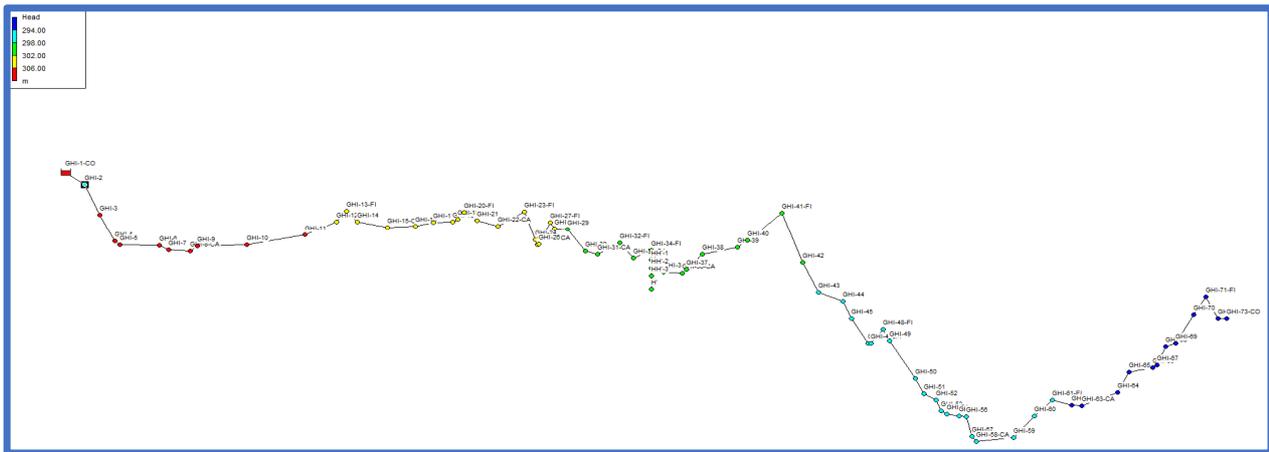
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-1-CO	0,00	308,00	308,00	0,00
GHI-2	69,26	302,94	307,69	4,76
GHI-3	124,86	290,58	307,44	16,86
GHI-4	179,77	279,62	307,20	27,57
GHI-5	197,70	278,16	307,12	28,96
GHI-6	339,78	277,77	306,48	28,71
GHI-7	372,89	276,14	306,34	30,20
GHI-8-CA	452,47	275,47	305,98	30,51
GHI-9	478,64	277,54	305,86	28,32
GHI-10	656,07	278,01	305,07	27,07
GHI-11	866,47	282,20	304,13	21,93
GHI-12	980,18	287,77	303,63	15,85
GHI-13-FI	1017,07	292,24	303,46	11,22
GHI-14	1057,20	287,78	303,28	15,51
GHI-15-CA	1164,13	285,41	302,81	17,40
GHI-16	1265,53	285,93	302,35	16,42
GHI-17	1330,40	287,56	302,07	14,51
GHI-18	1402,32	287,68	301,74	14,07
GHI-19	1419,93	288,82	301,67	12,84
GHI-20-FI	1442,59	291,48	301,56	10,08
GHI-21	1489,64	288,25	301,35	13,11
GHI-22-CA	1563,94	285,78	301,02	15,24
GHI-23-FI	1660,39	291,91	300,59	8,69
GHI-24	1698,99	280,26	300,42	20,16
GHI-25-CA	1708,24	278,16	300,38	22,22
GHI-26	1713,04	278,39	300,36	21,97
GHI-27-FI	1753,25	287,58	300,18	12,59
GHI-28	1769,39	284,90	300,11	15,21
GHI-29	1816,78	284,55	299,90	15,34
GHI-30	1880,12	275,53	299,61	24,09
GHI-31-CA	1926,29	274,26	299,41	25,15
GHI-32-FI	2006,97	278,89	299,05	20,16
GHI-33-CA	2054,16	272,70	298,84	26,14
GHI-34-FI	2118,64	275,74	298,55	22,81
GHI-35	2163,60	266,85	298,35	31,50
GHI-36-CA	2231,03	266,50	298,05	31,55
GHI-37	2248,10	268,09	297,97	29,88

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-38	2303,33	274,16	297,72	23,56
GHI-39	2431,59	277,20	297,15	19,95
GHI-40	2468,51	279,95	296,99	17,03
GHI-41-FI	2591,80	291,25	296,44	5,19
GHI-42	2668,22	270,92	296,10	25,17
GHI-43	2724,93	258,54	295,84	37,30
GHI-44	2813,44	254,99	295,45	40,46
GHI-45	2843,58	248,00	295,31	47,31
GHI-46-CA	2902,47	237,93	295,05	57,12
GHI-47	2912,74	237,96	295,01	57,04
GHI-48-FI	2957,32	243,49	294,81	51,32
GHI-49	2980,99	238,82	294,70	55,88
GHI-50	3074,51	223,55	294,28	70,73
GHI-51	3106,97	217,47	294,14	76,67
GHI-52	3149,02	214,84	293,95	79,11
GHI-53	3168,79	210,48	293,86	83,39
GHI-54	3190,18	209,00	293,77	84,77
GHI-55	3233,28	208,30	293,58	85,27
GHI-56	3260,08	208,16	293,46	85,30
GHI-57	3279,13	200,03	293,37	93,34
GHI-58-CA	3295,14	197,85	293,30	95,45
GHI-59	3429,52	199,45	292,70	93,25
GHI-60	3504,93	208,43	292,36	83,94
GHI-61-FI	3570,73	214,89	292,07	77,18
GHI-62	3639,49	212,73	291,76	79,04
GHI-63-CA	3676,62	212,37	291,60	79,23
GHI-64	3805,44	218,00	291,02	73,02
GHI-65	3847,50	226,16	290,84	64,68
GHI-66	3934,23	228,08	290,45	62,37
GHI-67	3950,06	229,15	290,38	61,23
GHI-68	3980,38	236,65	290,24	53,60
GHI-69	4016,49	238,00	290,08	52,08
GHI-70	4082,18	249,51	289,79	40,28
GHI-71-FI	4125,85	256,92	289,59	32,68
GHI-72	4168,83	248,05	289,40	41,35
GHI-73-CO	4200,94	247,95	289,26	41,31

VASCA DI CAMPANASSISSA - CENTRALE DI BAU PRESSIU - POZZETTO GALLERIA CONSEGNA E PRESA BAU PRESSIU
Livello 308,00 [m.s.l.m.m.]



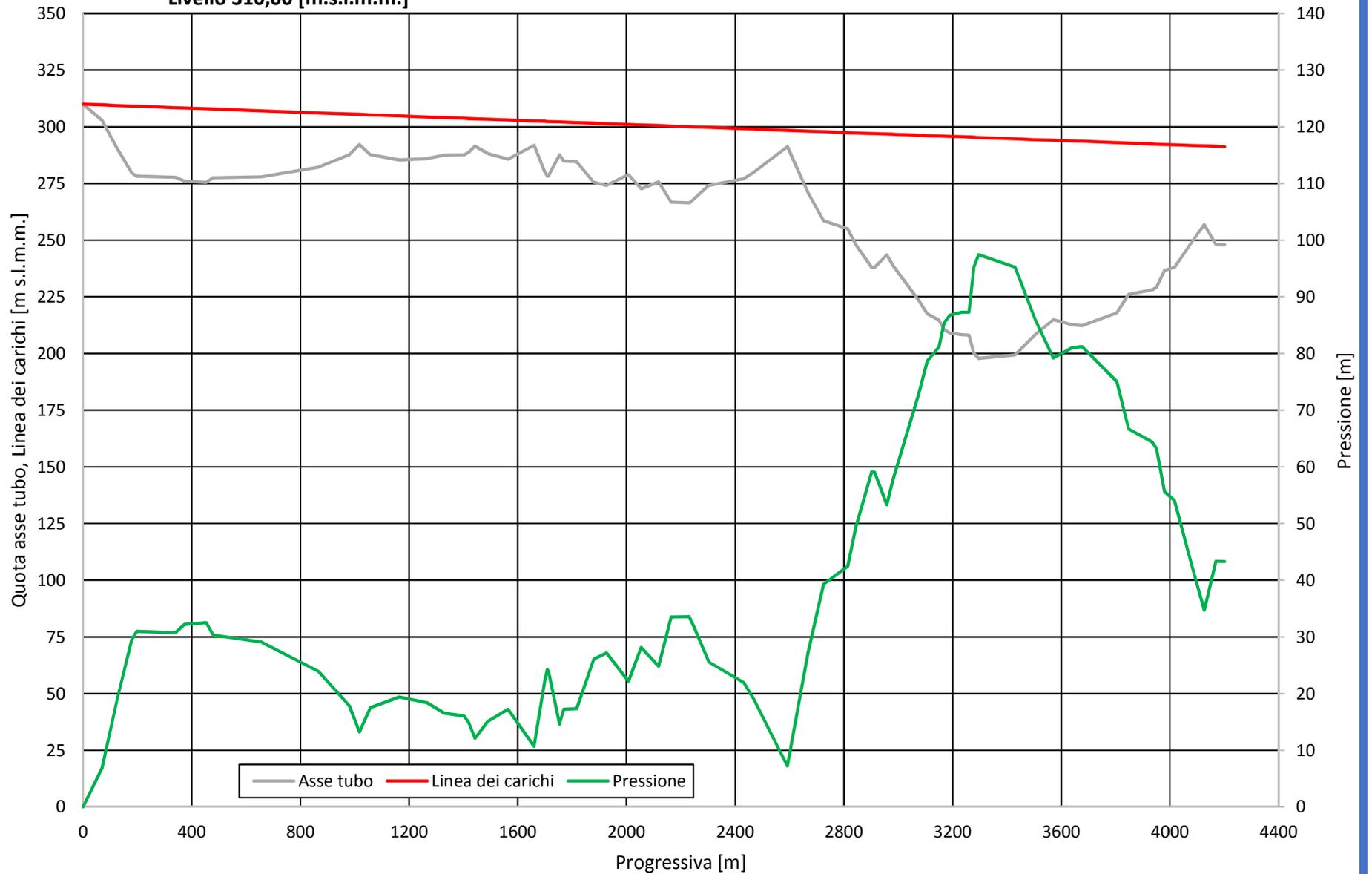
Alternativa A1.1 - Tratto G-H-I:
VASCA DI CAMPANASSISA - CENTRALE DI BAU PRESSIU - POZZETTO GALLERIA CONSEGNA E PRESA BAU PRESSIU
Livello 310,00 [m s.l.m.m.]



Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-1-CO	0,00	310,00	310,00	0,00
GHI-2	69,26	302,94	309,69	6,76
GHI-3	124,86	290,58	309,44	18,86
GHI-4	179,77	279,62	309,20	29,57
GHI-5	197,70	278,16	309,12	30,96
GHI-6	339,78	277,77	308,48	30,71
GHI-7	372,89	276,14	308,34	32,20
GHI-8-CA	452,47	275,47	307,98	32,51
GHI-9	478,64	277,54	307,86	30,32
GHI-10	656,07	278,01	307,07	29,07
GHI-11	866,47	282,20	306,13	23,93
GHI-12	980,18	287,77	305,63	17,85
GHI-13-FI	1017,07	292,24	305,46	13,22
GHI-14	1057,20	287,78	305,28	17,51
GHI-15-CA	1164,13	285,41	304,81	19,40
GHI-16	1265,53	285,93	304,35	18,42
GHI-17	1330,40	287,56	304,07	16,51
GHI-18	1402,32	287,68	303,74	16,07
GHI-19	1419,93	288,82	303,67	14,84
GHI-20-FI	1442,59	291,48	303,56	12,08
GHI-21	1489,64	288,25	303,35	15,11
GHI-22-CA	1563,94	285,78	303,02	17,24
GHI-23-FI	1660,39	291,91	302,59	10,69
GHI-24	1698,99	280,26	302,42	22,16
GHI-25-CA	1708,24	278,16	302,38	24,22
GHI-26	1713,04	278,39	302,36	23,97
GHI-27-FI	1753,25	287,58	302,18	14,59
GHI-28	1769,39	284,90	302,11	17,21
GHI-29	1816,78	284,55	301,90	17,34
GHI-30	1880,12	275,53	301,61	26,09
GHI-31-CA	1926,29	274,26	301,41	27,15
GHI-32-FI	2006,97	278,89	301,05	22,16
GHI-33-CA	2054,16	272,70	300,84	28,14
GHI-34-FI	2118,64	275,74	300,55	24,81
GHI-35	2163,60	266,85	300,35	33,50
GHI-36-CA	2231,03	266,50	300,05	33,55
GHI-37	2248,10	268,09	299,97	31,88

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-38	2303,33	274,16	299,72	25,56
GHI-39	2431,59	277,20	299,15	21,95
GHI-40	2468,51	279,95	298,99	19,03
GHI-41-FI	2591,80	291,25	298,44	7,19
GHI-42	2668,22	270,92	298,10	27,17
GHI-43	2724,93	258,54	297,84	39,30
GHI-44	2813,44	254,99	297,45	42,46
GHI-45	2843,58	248,00	297,31	49,31
GHI-46-CA	2902,47	237,93	297,05	59,12
GHI-47	2912,74	237,96	297,01	59,04
GHI-48-FI	2957,32	243,49	296,81	53,32
GHI-49	2980,99	238,82	296,70	57,88
GHI-50	3074,51	223,55	296,28	72,73
GHI-51	3106,97	217,47	296,14	78,67
GHI-52	3149,02	214,84	295,95	81,11
GHI-53	3168,79	210,48	295,86	85,39
GHI-54	3190,18	209,00	295,77	86,77
GHI-55	3233,28	208,30	295,58	87,27
GHI-56	3260,08	208,16	295,46	87,30
GHI-57	3279,13	200,03	295,37	95,34
GHI-58-CA	3295,14	197,85	295,30	97,45
GHI-59	3429,52	199,45	294,70	95,25
GHI-60	3504,93	208,43	294,36	85,94
GHI-61-FI	3570,73	214,89	294,07	79,18
GHI-62	3639,49	212,73	293,76	81,04
GHI-63-CA	3676,62	212,37	293,60	81,23
GHI-64	3805,44	218,00	293,02	75,02
GHI-65	3847,50	226,16	292,84	66,68
GHI-66	3934,23	228,08	292,45	64,37
GHI-67	3950,06	229,15	292,38	63,23
GHI-68	3980,38	236,65	292,24	55,60
GHI-69	4016,49	238,00	292,08	54,08
GHI-70	4082,18	249,51	291,79	42,28
GHI-71-FI	4125,85	256,92	291,59	34,68
GHI-72	4168,83	248,05	291,40	43,35
GHI-73-CO	4200,94	247,95	291,26	43,31

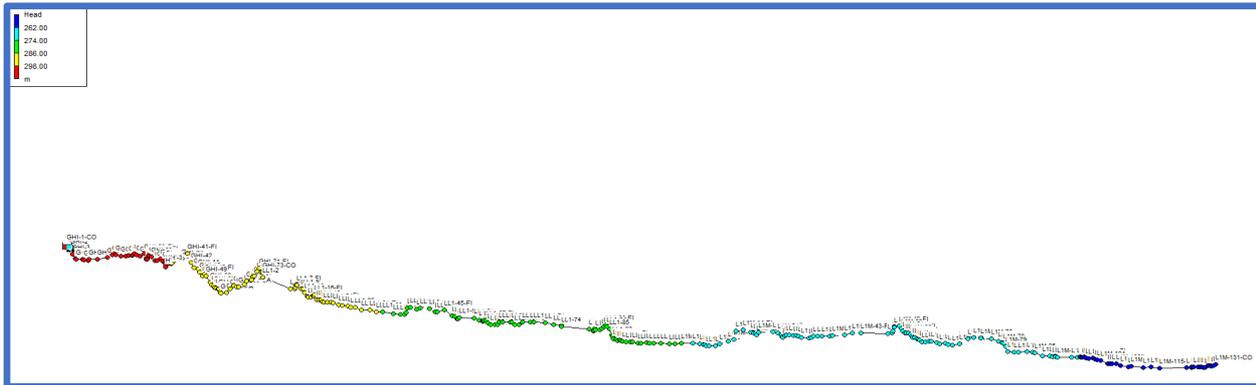
VASCA DI CAMPANASSISSA - CENTRALE DI BAU PRESSIU - POZZETTO GALLERIA CONSEGNA E PRESA BAU PRESSIU
Livello 310,00 [m.s.l.m.m.]



Alternativa A1.1 - Tratto G - H - I - L1 - M: VASCA DI CAMPANASSA - COLLEGAMENTO GALLERIA (I) - INVASO MONTE PRANU

Livello 308,00 [m s.l.m.m.]

PORTATA: 1.000 l/s



Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-1-CO	0,00	308,00	308,00	0,00
GHI-2	69,26	302,94	307,69	4,76
GHI-3	124,86	290,58	307,44	16,86
GHI-4	179,77	279,62	307,20	27,57
GHI-5	197,70	278,16	307,12	28,96
GHI-6	339,78	277,77	306,48	28,71
GHI-7	372,89	276,14	306,34	30,20
GHI-8-CA	452,47	275,47	305,98	30,51
GHI-9	478,64	277,54	305,86	28,32
GHI-10	656,07	278,01	305,07	27,07
GHI-11	866,47	282,20	304,13	21,93
GHI-12	980,18	287,77	303,63	15,85
GHI-13-FI	1017,07	292,24	303,46	11,22
GHI-14	1057,20	287,78	303,28	15,51
GHI-15-CA	1164,13	285,41	302,81	17,40
GHI-16	1265,53	285,93	302,35	16,42
GHI-17	1330,40	287,56	302,07	14,51
GHI-18	1402,32	287,68	301,74	14,07
GHI-19	1419,93	288,82	301,67	12,84
GHI-20-FI	1442,59	291,48	301,56	10,08
GHI-21	1489,64	288,25	301,35	13,11
GHI-22-CA	1563,94	285,78	301,02	15,24
GHI-23-FI	1660,39	291,91	300,59	8,69
GHI-24	1698,99	280,26	300,42	20,16
GHI-25-CA	1708,24	278,16	300,38	22,22
GHI-26	1713,04	278,39	300,36	21,97
GHI-27-FI	1753,25	287,58	300,18	12,59
GHI-28	1769,39	284,90	300,11	15,21
GHI-29	1816,78	284,55	299,90	15,34
GHI-30	1880,12	275,53	299,61	24,09
GHI-31-CA	1926,29	274,26	299,41	25,15
GHI-32-FI	2006,97	278,89	299,05	20,16
GHI-33-CA	2054,16	272,70	298,84	26,14
GHI-34-FI	2118,64	275,74	298,55	22,81
GHI-35	2163,60	266,85	298,35	31,50
GHI-36-CA	2231,03	266,50	298,05	31,55
GHI-37	2248,10	268,09	297,97	29,88
GHI-38	2303,33	274,16	297,72	23,56
GHI-39	2431,59	277,20	297,15	19,95
GHI-40	2468,51	279,95	296,99	17,03
GHI-41-FI	2591,80	291,25	296,44	5,19
GHI-42	2668,22	270,92	296,10	25,17
GHI-43	2724,93	258,54	295,84	37,30
GHI-44	2813,44	254,99	295,45	40,46
GHI-45	2843,58	248,00	295,31	47,31
GHI-46-CA	2902,47	237,93	295,05	57,12
GHI-47	2912,74	237,96	295,01	57,04
GHI-48-FI	2957,32	243,49	294,81	51,32
GHI-49	2980,99	238,82	294,70	55,88
GHI-50	3074,51	223,55	294,28	70,73
GHI-51	3106,97	217,47	294,14	76,67
GHI-52	3149,02	214,84	293,95	79,11
GHI-53	3168,79	210,48	293,86	83,39
GHI-54	3190,18	209,00	293,77	84,77

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-64	3805,44	218,00	291,02	73,02
GHI-65	3847,50	226,16	290,84	64,68
GHI-66	3934,23	228,08	290,45	62,37
GHI-67	3950,06	229,15	290,38	61,23
GHI-68	3980,38	236,65	290,24	53,60
GHI-69	4016,49	238,00	290,08	52,08
GHI-70	4082,18	249,51	289,79	40,28
GHI-71-FI	4125,85	256,92	289,59	32,68
GHI-72	4168,83	248,05	289,40	41,35
GHI-73-CO	4200,94	247,95	289,26	41,31
LL1-2	4200,94	235,65	289,21	53,56
LL1-3-CA	4784,00	207,83	288,78	80,95
LL1-4	4878,18	208,37	288,64	80,27
LL1-5	4891,70	210,61	288,62	78,01
LL1-6	4914,95	217,06	288,58	71,52
LL1-7-FI	4925,40	217,35	288,57	71,21
LL1-8	5020,79	208,61	288,42	79,82
LL1-9	5066,48	208,26	288,35	80,10
LL1-10	5102,59	199,29	288,30	89,01
LL1-11	5148,90	189,34	288,23	98,89
LL1-12-CA	5171,52	187,78	288,20	100,41
LL1-13	5230,40	188,01	288,11	100,10
LL1-14	5271,75	191,22	288,05	96,83
LL1-15	5294,17	191,34	288,01	96,67
LL1-16-FI	5307,78	194,91	287,99	93,09
LL1-17	5360,86	182,70	287,91	105,21
LL1-18	5402,81	182,45	287,85	105,40
LL1-19	5442,66	181,35	287,79	106,44
LL1-20	5469,35	177,91	287,75	109,84
LL1-21-CA	5509,22	175,23	287,69	112,46
LL1-22	5582,91	175,33	287,58	112,25
LL1-23-FI	5664,92	175,35	287,45	112,11
LL1-24	5710,79	173,77	287,39	113,62
LL1-25	5830,94	170,53	287,20	116,67
LL1-26	5900,22	168,13	287,10	118,97
LL1-27	6020,19	167,40	286,92	119,52
LL1-28	6080,90	163,37	286,83	123,46
LL1-29	6168,95	163,22	286,70	123,48
LL1-30-CA	6318,62	157,35	286,47	129,12
LL1-31-FI	6499,07	157,41	286,20	128,79
LL1-32	6624,74	152,91	286,01	133,10
LL1-33	6771,28	152,75	285,79	133,04
LL1-34	7001,58	148,12	285,44	137,32
LL1-35-CA	7154,34	146,86	285,21	138,36
LL1-36	7234,90	147,54	285,09	137,55
LL1-37	7262,95	152,24	285,05	132,81
LL1-38	7300,95	162,89	284,99	122,10
LL1-39-FI	7356,53	163,19	284,91	121,72
LL1-40-CA	7493,04	159,46	284,70	125,25
LL1-41-FI	7580,63	162,95	284,57	121,62
LL1-42	7766,04	160,84	284,29	123,45
LL1-43	7892,23	153,10	284,10	131,00
LL1-44-CA	7935,24	153,00	284,04	131,04
LL1-45-FI	8092,76	157,79	283,80	126,01

GHI-55	3233,28	208,30	293,58	85,27
GHI-56	3260,08	208,16	293,46	85,30
GHI-57	3279,13	200,03	293,37	93,34
GHI-58-CA	3295,14	197,85	293,30	95,45
GHI-59	3429,52	199,45	292,70	93,25
GHI-60	3504,93	208,43	292,36	83,94
GHI-61-FI	3570,73	214,89	292,07	77,18
GHI-62	3639,49	212,73	291,76	79,04
GHI-63-CA	3676,62	212,37	291,60	79,23

LL1-46	8257,25	144,56	283,55	139,00
LL1-47	8315,73	142,09	283,47	141,38
LL1-48-CA	8365,08	136,12	283,39	147,27
LL1-49	8379,44	136,64	283,37	146,73
LL1-50-FI	8415,40	139,46	283,32	143,86
LL1-51	8724,19	138,10	282,85	144,75
LL1-52	8837,86	133,25	282,68	149,43
LL1-53	8911,34	132,80	282,57	149,77
LL1-54-CA	8918,00	130,98	282,56	151,58

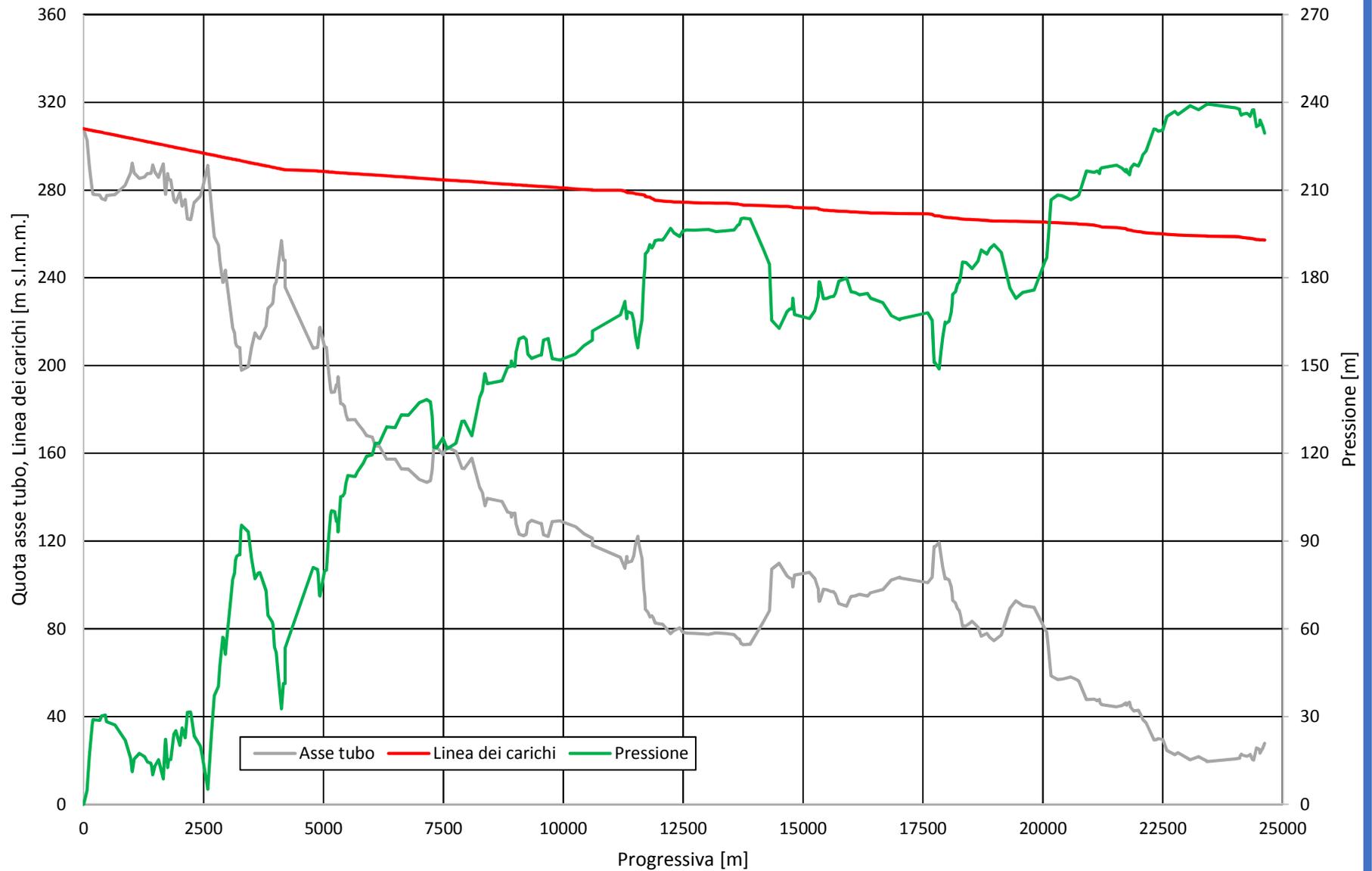
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
LL1-55	8931,98	131,50	282,54	151,04
LL1-56	8942,70	132,61	282,52	149,91
LL1-57-FI	8991,70	132,75	282,45	149,70
LL1-58	9019,01	127,73	282,41	154,68
LL1-59	9081,76	123,13	282,31	159,18
LL1-60-CA	9174,35	122,44	282,17	159,74
LL1-61	9231,10	123,19	282,09	158,89
LL1-62	9267,98	128,25	282,03	153,79
LL1-63-FI	9339,63	129,51	281,93	152,41
LL1-64	9502,09	128,21	281,68	153,47
LL1-65	9542,55	128,07	281,62	153,55
LL1-66	9590,09	122,81	281,55	158,74
LL1-67-CA	9687,26	122,14	281,40	159,26
LL1-68	9770,93	128,89	281,28	152,39
LL1-69-FI	9935,59	129,21	281,03	151,82
LL1-70	10000,88	128,60	280,93	152,33
LL1-71	10255,80	126,58	280,55	153,97
LL1-72	10429,70	123,40	280,29	156,89
LL1-73	10607,98	121,26	280,02	158,76
LL1-74	10607,98	118,13	280,00	161,87
LL1-75	11191,04	112,55	279,91	167,36
LL1-76-CA	11285,22	107,57	279,50	171,93
LL1-77	11298,74	109,68	279,28	169,60
LL1-78-FI	11321,99	113,03	279,12	166,09
LL1-79-CA	11332,44	110,31	278,78	168,47
LL1-80	11427,83	110,87	278,73	167,86
LL1-81	11473,52	113,38	278,59	165,21
LL1-82	11509,63	118,29	278,36	160,07
LL1-83-FI	11555,94	122,20	278,26	156,05
LL1-84	11578,56	118,73	278,15	159,42
LL1-85	11637,43	112,44	278,02	165,58
LL1-86	11678,79	98,07	277,78	179,71
LL1-87	11701,20	94,63	277,64	183,01
LL1-88	11714,82	88,84	277,05	188,20
LL1-89	11767,90	87,64	276,85	189,21
LL1-90-CA	11809,85	85,41	276,76	191,34
LL1-91-FI	11849,70	85,96	276,21	190,25
LL1-92	11876,38	85,04	275,94	190,90
LL1-93	11916,26	82,71	275,39	192,69
LL1-94	11989,94	82,30	275,29	192,98
LL1-95	12071,96	82,11	275,01	192,90
LL1-96	12117,82	81,02	274,86	193,85
LL1-97-CA	12237,98	77,85	274,78	196,92
LL1-98	12307,26	79,25	274,60	195,35
LL1-99-FI	12427,23	80,45	274,54	194,08
LL1-100	12487,94	78,52	274,47	195,96
LL1-101	12575,98	78,10	274,40	196,30
LL1-102	12725,66	77,98	274,20	196,21
LL1-103	12906,11	77,72	274,14	196,42
LL1-104=L1M-1-CO	13031,78	77,49	274,05	196,55
L1M-2-FI	13178,31	78,16	274,01	195,85
L1M-3	13408,61	77,85	273,93	196,08
L1M-4	13561,38	77,37	273,72	196,35
L1M-5	13641,94	75,58	273,60	198,02
L1M-6	13669,98	75,29	273,52	198,24
L1M-7	13707,98	73,21	273,40	200,18
L1M-8-CA	13763,57	72,81	273,21	200,41
L1M-9	13900,07	73,01	273,17	200,17
L1M-10	13987,67	76,35	273,08	196,73
L1M-11	14173,08	83,10	272,92	189,82
L1M-12	14299,26	88,31	272,85	184,53
L1M-13	14342,28	107,12	272,69	165,57
L1M-14-FI	14499,80	109,96	272,63	162,67

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-15	14664,29	104,16	272,54	168,39
L1M-16	14722,77	103,12	272,49	169,37
L1M-17	14772,12	102,78	272,22	169,44
L1M-18-CA	14786,48	99,10	272,12	173,02
L1M-19	14822,44	104,51	271,99	167,48
L1M-20-FI	15131,23	105,73	271,84	166,11
L1M-21	15244,90	102,93	271,76	168,83
L1M-22	15318,38	97,88	271,61	173,73
L1M-23	15325,04	94,46	271,40	176,94
L1M-24-CA	15339,02	92,62	271,24	178,62
L1M-25	15349,74	92,83	271,20	178,37
L1M-26	15398,73	96,23	271,00	174,77
L1M-27-FI	15426,04	98,03	270,90	172,87
L1M-28	15488,80	97,85	270,85	173,00
L1M-29	15581,38	97,09	270,67	173,59
L1M-30	15638,13	96,93	270,58	173,66
L1M-31	15675,02	95,95	270,52	174,57
L1M-32	15746,66	91,53	270,38	178,85
L1M-33-CA	15909,12	90,33	270,28	179,94
L1M-34	15949,59	92,49	270,21	177,73
L1M-35	15997,12	94,79	270,09	175,30
L1M-36	16094,29	95,07	270,04	174,96
L1M-37-FI	16177,96	95,73	269,88	174,16
L1M-38-CA	16342,63	94,98	269,68	174,70
L1M-39	16407,91	96,50	269,52	173,02
L1M-40	16662,84	97,97	269,45	171,48
L1M-41	16836,73	102,27	269,37	167,11
L1M-42-FI	17015,02	103,62	269,28	165,66
L1M-43	17015,02	103,26	269,21	165,95
L1M-44-CA	17598,08	101,03	269,12	168,09
L1M-45	17692,26	103,54	268,89	165,35
L1M-46	17705,78	108,04	268,67	160,63
L1M-47-FI	17729,03	117,45	268,49	151,04
L1M-48-CA	17739,48	117,14	268,39	151,25
L1M-49-FI	17834,87	119,37	268,21	148,84
L1M-50	17880,56	113,03	268,03	155,00
L1M-51	17916,67	107,97	267,79	159,82
L1M-52-CA	17962,97	102,78	267,64	164,85
L1M-53-FI	17985,60	103,10	267,55	164,45
L1M-54	18044,47	102,25	267,47	165,22
L1M-55	18085,83	99,18	267,42	168,24
L1M-56	18108,24	96,00	267,33	171,33
L1M-57	18121,86	92,90	267,26	174,36
L1M-58	18174,93	91,83	267,15	175,32
L1M-59	18216,88	89,27	267,07	177,80
L1M-60	18256,74	88,35	266,91	178,56
L1M-61	18283,42	86,18	266,80	180,62
L1M-62-CA	18323,30	81,32	266,70	185,38
L1M-63	18396,98	81,44	266,65	185,21
L1M-64	18479,00	82,57	266,59	184,02
L1M-65-FI	18524,86	83,43	266,55	183,12
L1M-66	18645,02	80,78	266,42	185,64
L1M-67-CA	18714,30	76,73	266,28	189,55
L1M-68-FI	18834,27	77,98	266,13	188,15
L1M-69	18894,98	76,05	266,07	190,03
L1M-70-CA	18983,02	74,59	265,97	191,38
L1M-71	19132,69	77,28	265,92	188,63
L1M-72	19313,14	89,30	265,82	176,52
L1M-73-FI	19438,82	92,74	265,76	173,01
L1M-74	19585,35	90,64	265,70	175,07
L1M-75	19815,65	89,75	265,61	175,86
L1M-76	19968,42	83,20	265,46	182,27
L1M-77	20048,98	79,63	265,41	185,78

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-78	20077,02	78,56	265,37	186,80
L1M-79	20115,02	71,14	265,29	194,15
L1M-80	20170,61	58,51	265,20	206,69
L1M-81-CA	20307,11	56,88	265,16	208,28
L1M-82	20394,71	56,99	265,06	208,07
L1M-83-FI	20580,11	58,08	264,78	206,70
L1M-84	20706,30	56,86	264,67	207,81
L1M-85	20749,32	56,07	264,43	208,36
L1M-86-CA	20906,84	47,73	264,26	216,53
L1M-87-FI	21071,33	47,90	263,99	216,09
L1M-88-CA	21129,81	47,22	263,76	216,54
L1M-89-FI	21179,16	47,84	263,51	215,67
L1M-90	21193,52	46,35	263,45	217,09
L1M-91	21229,47	45,45	263,12	217,66
L1M-92-CA	21538,27	44,45	262,93	218,48
L1M-93	21651,93	45,09	262,58	217,49
L1M-94-FI	21725,42	46,21	262,48	216,26
L1M-95	21732,08	45,38	262,40	217,03
L1M-96-CA	21746,05	45,18	262,16	216,98
L1M-97	21756,78	45,78	261,90	216,12
L1M-98-FI	21805,77	46,58	261,77	215,19
L1M-99	21833,08	44,13	261,62	217,49
L1M-100-CA	21895,84	42,50	261,33	218,84
L1M-101-FI	21988,42	42,87	261,13	218,26
L1M-102	22045,17	40,85	261,01	220,15
L1M-103	22082,06	38,69	260,76	222,08
L1M-104	22153,70	37,16	260,56	223,40
L1M-105-CA	22316,16	29,40	260,31	230,90
L1M-106	22356,62	29,45	260,17	230,72

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-107-FI	22404,16	29,96	260,12	230,16
L1M-108	22501,33	29,54	260,02	230,48
L1M-109	22585,00	24,63	259,78	235,15
L1M-110-CA	22749,67	22,71	259,60	236,89
L1M-111-FI	22814,95	23,58	259,44	235,86
L1M-112-CA	23069,88	20,41	259,28	238,88
L1M-113-FI	23243,77	21,71	259,14	237,43
L1M-114	23422,05	19,64	258,98	239,34
L1M-115-CA	23422,05	19,48	258,92	239,44
L1M-116	24005,12	20,67	258,81	238,15
L1M-117	24099,29	21,11	258,72	237,61
L1M-118	24112,81	22,11	258,58	236,47
L1M-119-FI	24136,07	22,90	258,51	235,60
L1M-120	24146,52	22,52	258,41	235,90
L1M-121-CA	24241,91	21,93	258,22	236,29
L1M-122	24287,59	22,17	258,05	235,88
L1M-123-FI	24323,70	22,81	258,00	235,19
L1M-124	24370,01	20,49	257,87	237,38
L1M-125-CA	24392,63	20,26	257,71	237,45
L1M-126-FI	24451,51	25,74	257,44	231,70
L1M-127	24492,86	25,26	257,41	232,16
L1M-128	24515,28	25,03	257,35	232,32
L1M-129-CA	24528,90	23,34	257,30	233,96
L1M-130	24581,97	25,61	257,26	231,65
L1M-131-CO	24623,92	27,81	257,24	229,43
HH'-1	27,27	266,95	298,55	31,60
HH'-2	42,73	259,01	298,55	39,54
HH'-3	78,73	258,89	298,55	39,66
H'	65,02	255,56	298,55	42,99

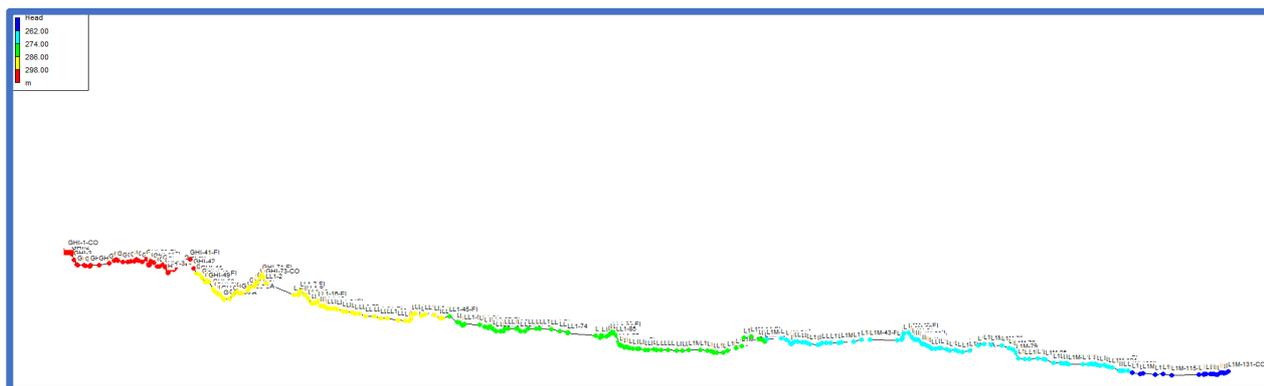
Alternativa A1.1 - Tratto G-H-I-L1-M: VASCA CAMPANASSISSA - COLLEGAMENTO GALLERIA - INVASO MONTE PRANU
Livello 308,00 [m.s.l.m.]



Alternativa A1.1 - Tratto G - H - I - L1 - M: VASCA DI CAMPANASSISSA - COLLEGAMENTO GALLERIA (I) - INVASO MONTE PRANU

Livello 310,00 [m s.l.m.]

PORTATA: 1.000 l/s



Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-1-CO	0,00	310,00	310,00	0,00
GHI-2	69,26	302,94	309,69	6,76
GHI-3	124,86	290,58	309,44	18,86
GHI-4	179,77	279,62	309,20	29,57
GHI-5	197,70	278,16	309,12	30,96
GHI-6	339,78	277,77	308,48	30,71
GHI-7	372,89	276,14	308,34	32,20
GHI-8-CA	452,47	275,47	307,98	32,51
GHI-9	478,64	277,54	307,86	30,32
GHI-10	656,07	278,01	307,07	29,07
GHI-11	866,47	282,20	306,13	23,93
GHI-12	980,18	287,77	305,63	17,85
GHI-13-FI	1017,07	292,24	305,46	13,22
GHI-14	1057,20	287,78	305,28	17,51
GHI-15-CA	1164,13	285,41	304,81	19,40
GHI-16	1265,53	285,93	304,35	18,42
GHI-17	1330,40	287,56	304,07	16,51
GHI-18	1402,32	287,68	303,74	16,07
GHI-19	1419,93	288,82	303,67	14,84
GHI-20-FI	1442,59	291,48	303,56	12,08
GHI-21	1489,64	288,25	303,35	15,11
GHI-22-CA	1563,94	285,78	303,02	17,24
GHI-23-FI	1660,39	291,91	302,59	10,69
GHI-24	1698,99	280,26	302,42	22,16
GHI-25-CA	1708,24	278,16	302,38	24,22
GHI-26	1713,04	278,39	302,36	23,97
GHI-27-FI	1753,25	287,58	302,18	14,59
GHI-28	1769,39	284,90	302,11	17,21
GHI-29	1816,78	284,55	301,90	17,34
GHI-30	1880,12	275,53	301,61	26,09
GHI-31-CA	1926,29	274,26	301,41	27,15
GHI-32-FI	2006,97	278,89	301,05	22,16
GHI-33-CA	2054,16	272,70	300,84	28,14
GHI-34-FI	2118,64	275,74	300,55	24,81
GHI-35	2163,60	266,85	300,35	33,50
GHI-36-CA	2231,03	266,50	300,05	33,55
GHI-37	2248,10	268,09	299,97	31,88
GHI-38	2303,33	274,16	299,72	25,56
GHI-39	2431,59	277,20	299,15	21,95
GHI-40	2468,51	279,95	298,99	19,03
GHI-41-FI	2591,80	291,25	298,44	7,19
GHI-42	2668,22	270,92	298,10	27,17
GHI-43	2724,93	258,54	297,84	39,30
GHI-44	2813,44	254,99	297,45	42,46
GHI-45	2843,58	248,00	297,31	49,31
GHI-46-CA	2902,47	237,93	297,05	59,12
GHI-47	2912,74	237,96	297,01	59,04
GHI-48-FI	2957,32	243,49	296,81	53,32
GHI-49	2980,99	238,82	296,70	57,88
GHI-50	3074,51	223,55	296,28	72,73
GHI-51	3106,97	217,47	296,14	78,67
GHI-52	3149,02	214,84	295,95	81,11
GHI-53	3168,79	210,48	295,86	85,39
GHI-54	3190,18	209,00	295,77	86,77

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-64	3805,44	218,00	293,02	75,02
GHI-65	3847,50	226,16	292,84	66,68
GHI-66	3934,23	228,08	292,45	64,37
GHI-67	3950,06	229,15	292,38	63,23
GHI-68	3980,38	236,65	292,24	55,60
GHI-69	4016,49	238,00	292,08	54,08
GHI-70	4082,18	249,51	291,79	42,28
GHI-71-FI	4125,85	256,92	291,59	34,68
GHI-72	4168,83	248,05	291,40	43,35
GHI-73-CO	4200,94	247,95	291,26	43,31
LL1-2	4200,94	235,65	291,21	55,56
LL1-3-CA	4784,00	207,83	290,78	82,95
LL1-4	4878,18	208,37	290,64	82,27
LL1-5	4891,70	210,61	290,62	80,01
LL1-6	4914,95	217,06	290,58	73,52
LL1-7-FI	4925,40	217,35	290,57	73,21
LL1-8	5020,79	208,61	290,42	81,82
LL1-9	5066,48	208,26	290,35	82,10
LL1-10	5102,59	199,29	290,30	91,01
LL1-11	5148,90	189,34	290,23	100,89
LL1-12-CA	5171,52	187,78	290,20	102,41
LL1-13	5230,40	188,01	290,11	102,10
LL1-14	5271,75	191,22	290,05	98,83
LL1-15	5294,17	191,34	290,01	98,67
LL1-16-FI	5307,78	194,91	289,99	95,09
LL1-17	5360,86	182,70	289,91	107,21
LL1-18	5402,81	182,45	289,85	107,40
LL1-19	5442,66	181,35	289,79	108,44
LL1-20	5469,35	177,91	289,75	111,84
LL1-21-CA	5509,22	175,23	289,69	114,46
LL1-22	5582,91	175,33	289,58	114,25
LL1-23-FI	5664,92	175,35	289,45	114,11
LL1-24	5710,79	173,77	289,39	115,62
LL1-25	5830,94	170,53	289,20	118,67
LL1-26	5900,22	168,13	289,10	120,97
LL1-27	6020,19	167,40	288,92	121,52
LL1-28	6080,90	163,37	288,83	125,46
LL1-29	6168,95	163,22	288,70	125,48
LL1-30-CA	6318,62	157,35	288,47	131,12
LL1-31-FI	6499,07	157,41	288,20	130,79
LL1-32	6624,74	152,91	288,01	135,10
LL1-33	6771,28	152,75	287,79	135,04
LL1-34	7001,58	148,12	287,44	139,32
LL1-35-CA	7154,34	146,86	287,21	140,36
LL1-36	7234,90	147,54	287,09	139,55
LL1-37	7262,95	152,24	287,05	134,81
LL1-38	7300,95	162,89	286,99	124,10
LL1-39-FI	7356,53	163,19	286,91	123,72
LL1-40-CA	7493,04	159,46	286,70	127,25
LL1-41-FI	7580,63	162,95	286,57	123,62
LL1-42	7766,04	160,84	286,29	125,45
LL1-43	7892,23	153,10	286,10	133,00
LL1-44-CA	7935,24	153,00	286,04	133,04
LL1-45-FI	8092,76	157,79	285,80	128,01

GHI-55	3233,28	208,30	295,58	87,27
GHI-56	3260,08	208,16	295,46	87,30
GHI-57	3279,13	200,03	295,37	95,34
GHI-58-CA	3295,14	197,85	295,30	97,45
GHI-59	3429,52	199,45	294,70	95,25
GHI-60	3504,93	208,43	294,36	85,94
GHI-61-FI	3570,73	214,89	294,07	79,18
GHI-62	3639,49	212,73	293,76	81,04
GHI-63-CA	3676,62	212,37	293,60	81,23

LL1-46	8257,25	144,56	285,55	141,00
LL1-47	8315,73	142,09	285,47	143,38
LL1-48-CA	8365,08	136,12	285,39	149,27
LL1-49	8379,44	136,64	285,37	148,73
LL1-50-FI	8415,40	139,46	285,32	145,86
LL1-51	8724,19	138,10	284,85	146,75
LL1-52	8837,86	133,25	284,68	151,43
LL1-53	8911,34	132,80	284,57	151,77
LL1-54-CA	8918,00	130,98	284,56	153,58

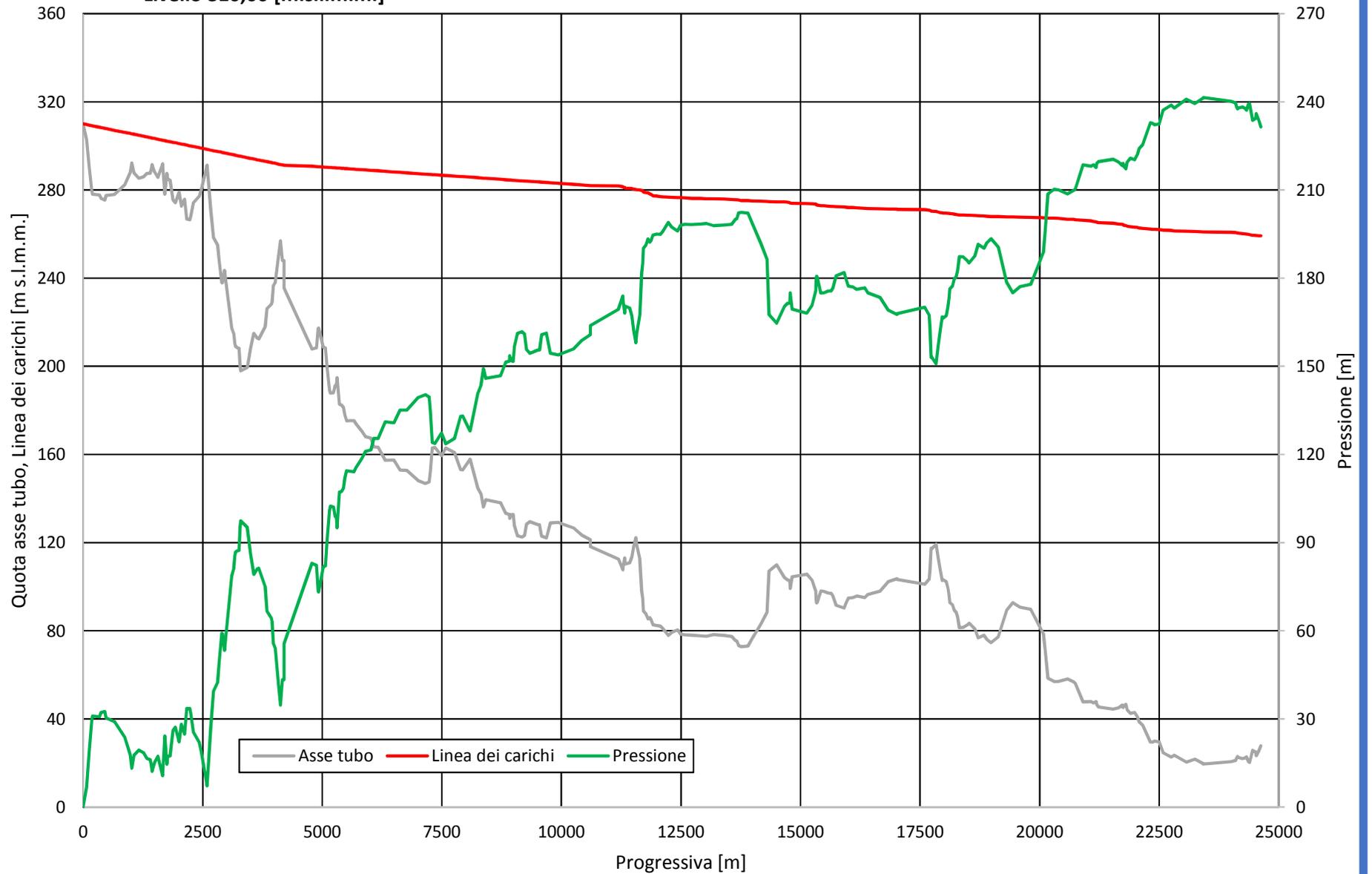
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
LL1-55	8931,98	131,50	284,54	153,04
LL1-56	8942,70	132,61	284,52	151,91
LL1-57-FI	8991,70	132,75	284,45	151,70
LL1-58	9019,01	127,73	284,41	156,68
LL1-59	9081,76	123,13	284,31	161,18
LL1-60-CA	9174,35	122,44	284,17	161,74
LL1-61	9231,10	123,19	284,09	160,89
LL1-62	9267,98	128,25	284,03	155,79
LL1-63-FI	9339,63	129,51	283,93	154,41
LL1-64	9502,09	128,21	283,68	155,47
LL1-65	9542,55	128,07	283,62	155,55
LL1-66	9590,09	122,81	283,55	160,74
LL1-67-CA	9687,26	122,14	283,40	161,26
LL1-68	9770,93	128,89	283,28	154,39
LL1-69-FI	9935,59	129,21	283,03	153,82
LL1-70	10000,88	128,60	282,93	154,33
LL1-71	10255,80	126,58	282,55	155,97
LL1-72	10429,70	123,40	282,29	158,89
LL1-73	10607,98	121,26	282,02	160,76
LL1-74	10607,98	118,13	282,00	163,87
LL1-75	11191,04	112,55	281,91	169,36
LL1-76-CA	11285,22	107,57	281,50	173,93
LL1-77	11298,74	109,68	281,28	171,60
LL1-78-FI	11321,99	113,03	281,12	168,09
LL1-79-CA	11332,44	110,31	280,78	170,47
LL1-80	11427,83	110,87	280,73	169,86
LL1-81	11473,52	113,38	280,59	167,21
LL1-82	11509,63	118,29	280,36	162,07
LL1-83-FI	11555,94	122,20	280,26	158,05
LL1-84	11578,56	118,73	280,15	161,42
LL1-85	11637,43	112,44	280,02	167,58
LL1-86	11678,79	98,07	279,78	181,71
LL1-87	11701,20	94,63	279,64	185,01
LL1-88	11714,82	88,84	279,05	190,20
LL1-89	11767,90	87,64	278,85	191,21
LL1-90-CA	11809,85	85,41	278,76	193,34
LL1-91-FI	11849,70	85,96	278,21	192,25
LL1-92	11876,38	85,04	277,94	192,90
LL1-93	11916,26	82,71	277,39	194,69
LL1-94	11989,94	82,30	277,29	194,98
LL1-95	12071,96	82,11	277,01	194,90
LL1-96	12117,82	81,02	276,86	195,85
LL1-97-CA	12237,98	77,85	276,78	198,92
LL1-98	12307,26	79,25	276,60	197,35
LL1-99-FI	12427,23	80,45	276,54	196,08
LL1-100	12487,94	78,52	276,47	197,96
LL1-101	12575,98	78,10	276,40	198,30
LL1-102	12725,66	77,98	276,20	198,21
LL1-103	12906,11	77,72	276,14	198,42
LL1-104=L1M-1-CO	13031,78	77,49	276,05	198,55
L1M-2-FI	13178,31	78,16	276,01	197,85
L1M-3	13408,61	77,85	275,93	198,08
L1M-4	13561,38	77,37	275,72	198,35
L1M-5	13641,94	75,58	275,60	200,02
L1M-6	13669,98	75,29	275,52	200,24
L1M-7	13707,98	73,21	275,40	202,18
L1M-8-CA	13763,57	72,81	275,21	202,41
L1M-9	13900,07	73,01	275,17	202,17
L1M-10	13987,67	76,35	275,08	198,73
L1M-11	14173,08	83,10	274,92	191,82
L1M-12	14299,26	88,31	274,85	186,53
L1M-13	14342,28	107,12	274,69	167,57
L1M-14-FI	14499,80	109,96	274,63	164,67

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-15	14664,29	104,16	274,54	170,39
L1M-16	14722,77	103,12	274,49	171,37
L1M-17	14772,12	102,78	274,22	171,44
L1M-18-CA	14786,48	99,10	274,12	175,02
L1M-19	14822,44	104,51	273,99	169,48
L1M-20-FI	15131,23	105,73	273,84	168,11
L1M-21	15244,90	102,93	273,76	170,83
L1M-22	15318,38	97,88	273,61	175,73
L1M-23	15325,04	94,46	273,40	178,94
L1M-24-CA	15339,02	92,62	273,24	180,62
L1M-25	15349,74	92,83	273,20	180,37
L1M-26	15398,73	96,23	273,00	176,77
L1M-27-FI	15426,04	98,03	272,90	174,87
L1M-28	15488,80	97,85	272,85	175,00
L1M-29	15581,38	97,09	272,67	175,59
L1M-30	15638,13	96,93	272,58	175,66
L1M-31	15675,02	95,95	272,52	176,57
L1M-32	15746,66	91,53	272,38	180,85
L1M-33-CA	15909,12	90,33	272,28	181,94
L1M-34	15949,59	92,49	272,21	179,73
L1M-35	15997,12	94,79	272,09	177,30
L1M-36	16094,29	95,07	272,04	176,96
L1M-37-FI	16177,96	95,73	271,88	176,16
L1M-38-CA	16342,63	94,98	271,68	176,70
L1M-39	16407,91	96,50	271,52	175,02
L1M-40	16662,84	97,97	271,45	173,48
L1M-41	16836,73	102,27	271,37	169,11
L1M-42-FI	17015,02	103,62	271,28	167,66
L1M-43	17015,02	103,26	271,21	167,95
L1M-44-CA	17598,08	101,03	271,12	170,09
L1M-45	17692,26	103,54	270,89	167,35
L1M-46	17705,78	108,04	270,67	162,63
L1M-47-FI	17729,03	117,45	270,49	153,04
L1M-48-CA	17739,48	117,14	270,39	153,25
L1M-49-FI	17834,87	119,37	270,21	150,84
L1M-50	17880,56	113,03	270,03	157,00
L1M-51	17916,67	107,97	269,79	161,82
L1M-52-CA	17962,97	102,78	269,64	166,85
L1M-53-FI	17985,60	103,10	269,55	166,45
L1M-54	18044,47	102,25	269,47	167,22
L1M-55	18085,83	99,18	269,42	170,24
L1M-56	18108,24	96,00	269,33	173,33
L1M-57	18121,86	92,90	269,26	176,36
L1M-58	18174,93	91,83	269,15	177,32
L1M-59	18216,88	89,27	269,07	179,80
L1M-60	18256,74	88,35	268,91	180,56
L1M-61	18283,42	86,18	268,80	182,62
L1M-62-CA	18323,30	81,32	268,70	187,38
L1M-63	18396,98	81,44	268,65	187,21
L1M-64	18479,00	82,57	268,59	186,02
L1M-65-FI	18524,86	83,43	268,55	185,12
L1M-66	18645,02	80,78	268,42	187,64
L1M-67-CA	18714,30	76,73	268,28	191,55
L1M-68-FI	18834,27	77,98	268,13	190,15
L1M-69	18894,98	76,05	268,07	192,03
L1M-70-CA	18983,02	74,59	267,97	193,38
L1M-71	19132,69	77,28	267,92	190,63
L1M-72	19313,14	89,30	267,82	178,52
L1M-73-FI	19438,82	92,74	267,76	175,01
L1M-74	19585,35	90,64	267,70	177,07
L1M-75	19815,65	89,75	267,61	177,86
L1M-76	19968,42	83,20	267,46	184,27
L1M-77	20048,98	79,63	267,41	187,78

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-78	20077,02	78,56	267,37	188,80
L1M-79	20115,02	71,14	267,29	196,15
L1M-80	20170,61	58,51	267,20	208,69
L1M-81-CA	20307,11	56,88	267,16	210,28
L1M-82	20394,71	56,99	267,06	210,07
L1M-83-FI	20580,11	58,08	266,78	208,70
L1M-84	20706,30	56,86	266,67	209,81
L1M-85	20749,32	56,07	266,43	210,36
L1M-86-CA	20906,84	47,73	266,26	218,53
L1M-87-FI	21071,33	47,90	265,99	218,09
L1M-88-CA	21129,81	47,22	265,76	218,54
L1M-89-FI	21179,16	47,84	265,51	217,67
L1M-90	21193,52	46,35	265,45	219,09
L1M-91	21229,47	45,45	265,12	219,66
L1M-92-CA	21538,27	44,45	264,93	220,48
L1M-93	21651,93	45,09	264,58	219,49
L1M-94-FI	21725,42	46,21	264,48	218,26
L1M-95	21732,08	45,38	264,40	219,03
L1M-96-CA	21746,05	45,18	264,16	218,98
L1M-97	21756,78	45,78	263,90	218,12
L1M-98-FI	21805,77	46,58	263,77	217,19
L1M-99	21833,08	44,13	263,62	219,49
L1M-100-CA	21895,84	42,50	263,33	220,84
L1M-101-FI	21988,42	42,87	263,13	220,26
L1M-102	22045,17	40,85	263,01	222,15
L1M-103	22082,06	38,69	262,76	224,08
L1M-104	22153,70	37,16	262,56	225,40
L1M-105-CA	22316,16	29,40	262,31	232,90
L1M-106	22356,62	29,45	262,17	232,72

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-107-FI	22404,16	29,96	262,12	232,16
L1M-108	22501,33	29,54	262,02	232,48
L1M-109	22585,00	24,63	261,78	237,15
L1M-110-CA	22749,67	22,71	261,60	238,89
L1M-111-FI	22814,95	23,58	261,44	237,86
L1M-112-CA	23069,88	20,41	261,28	240,88
L1M-113-FI	23243,77	21,71	261,14	239,43
L1M-114	23422,05	19,64	260,98	241,34
L1M-115-CA	23422,05	19,48	260,92	241,44
L1M-116	24005,12	20,67	260,81	240,15
L1M-117	24099,29	21,11	260,72	239,61
L1M-118	24112,81	22,11	260,58	238,47
L1M-119-FI	24136,07	22,90	260,51	237,60
L1M-120	24146,52	22,52	260,41	237,90
L1M-121-CA	24241,91	21,93	260,22	238,29
L1M-122	24287,59	22,17	260,05	237,88
L1M-123-FI	24323,70	22,81	260,00	237,19
L1M-124	24370,01	20,49	259,87	239,38
L1M-125-CA	24392,63	20,26	259,71	239,45
L1M-126-FI	24451,51	25,74	259,44	233,70
L1M-127	24492,86	25,26	259,41	234,16
L1M-128	24515,28	25,03	259,35	234,32
L1M-129-CA	24528,90	23,34	259,30	235,96
L1M-130	24581,97	25,61	259,26	233,65
L1M-131-CO	24623,92	27,81	259,24	231,43
HH'-1	27,27	266,95	300,55	33,60
HH'-2	42,73	259,01	300,55	41,54
HH'-3	78,73	258,89	300,55	41,66
H'	65,02	255,56	300,55	44,99

Alternativa A1.1 - Tratto G-H-I-L1-M: VASCA CAMPANASSISSA - COLLEGAMENTO GALLERIA - INVASO MONTE PRANU
Livello 310,00 [m.s.l.m.m.]



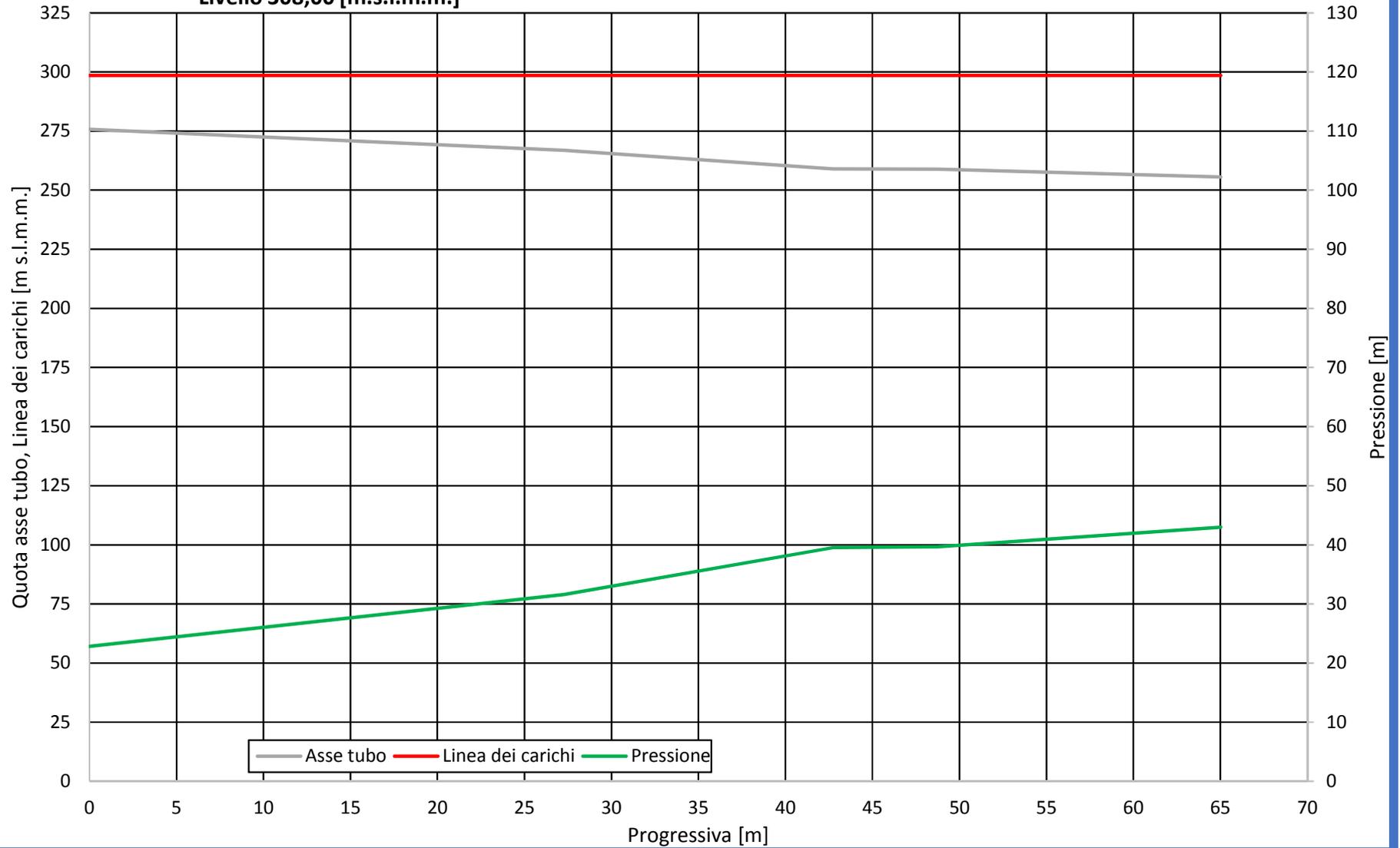
Alternativa A1.1 - Tratto H-H': DERIVAZIONE PER RILASCIO BAU PRESSIU - CENTRALE DI BAU PRESSIU

Livello 308,00 [m s.l.m.]



Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-34-FI	0,00	275,74	298,55	22,81
HH-1	27,27	266,95	298,55	31,60
HH-2	42,73	259,01	298,55	39,54
HH-3	48,73	258,89	298,55	39,66
H'	65,02	255,56	298,55	42,99

Alternativa A1.1 - Tratto H-H': DERIVAZIONE PER RILASCIO BAU PRESSIU - CENTRALE DI BAU PRESSIU
Livello 308,00 [m.s.l.m.]



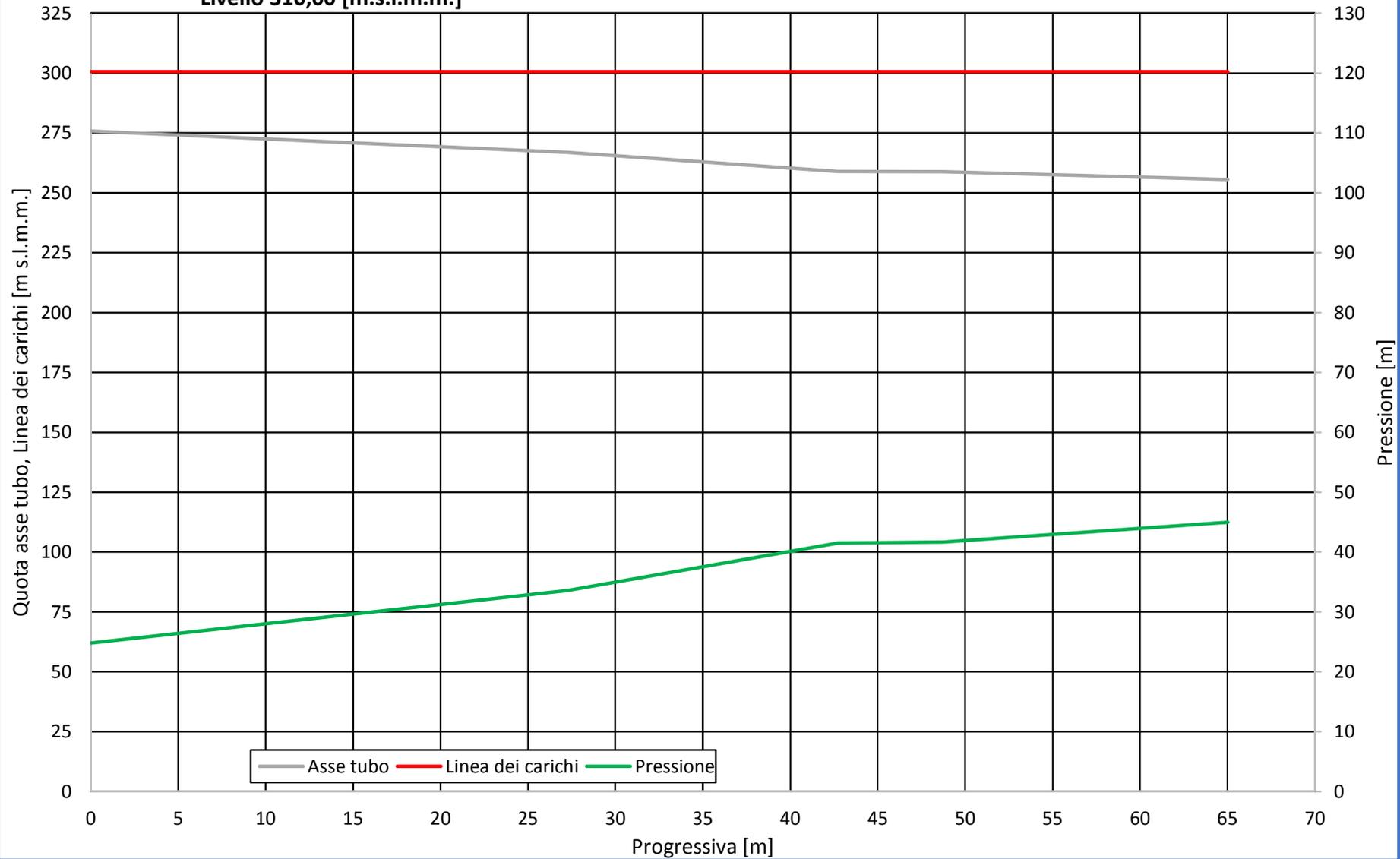
Alternativa A1.1 - Tratto H-H': DERIVAZIONE PER RILASCIO BAU PRESSIU - CENTRALE DI BAU PRESSIU

Livello 310,00 [m s.l.m.m.]



Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
GHI-34-FI	0,00	275,74	300,55	24,81
HH-1	27,27	266,95	300,55	33,60
HH-2	42,73	259,01	300,55	41,54
HH-3	48,73	258,89	300,55	41,66
H'	65,02	255,56	300,55	44,99

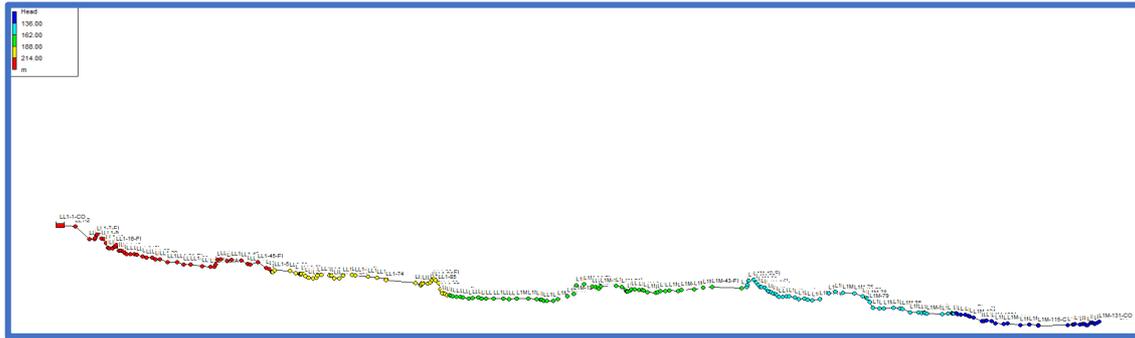
Alternativa A1.1 - Tratto H-H': DERIVAZIONE PER RILASCIO BAU PRESSIU - CENTRALE DI BAU PRESSIU
Livello 310,00 [m.s.l.m.m.]



Alternativa A1.1 - Tratto L - L1 - M: OPERA DI PRESA E RILASCIO BAU PRESSIU - INVASO MONTE PRANU

Livello 236,50 [m s.l.m.m.]

PORTATA: 2.000 l/s



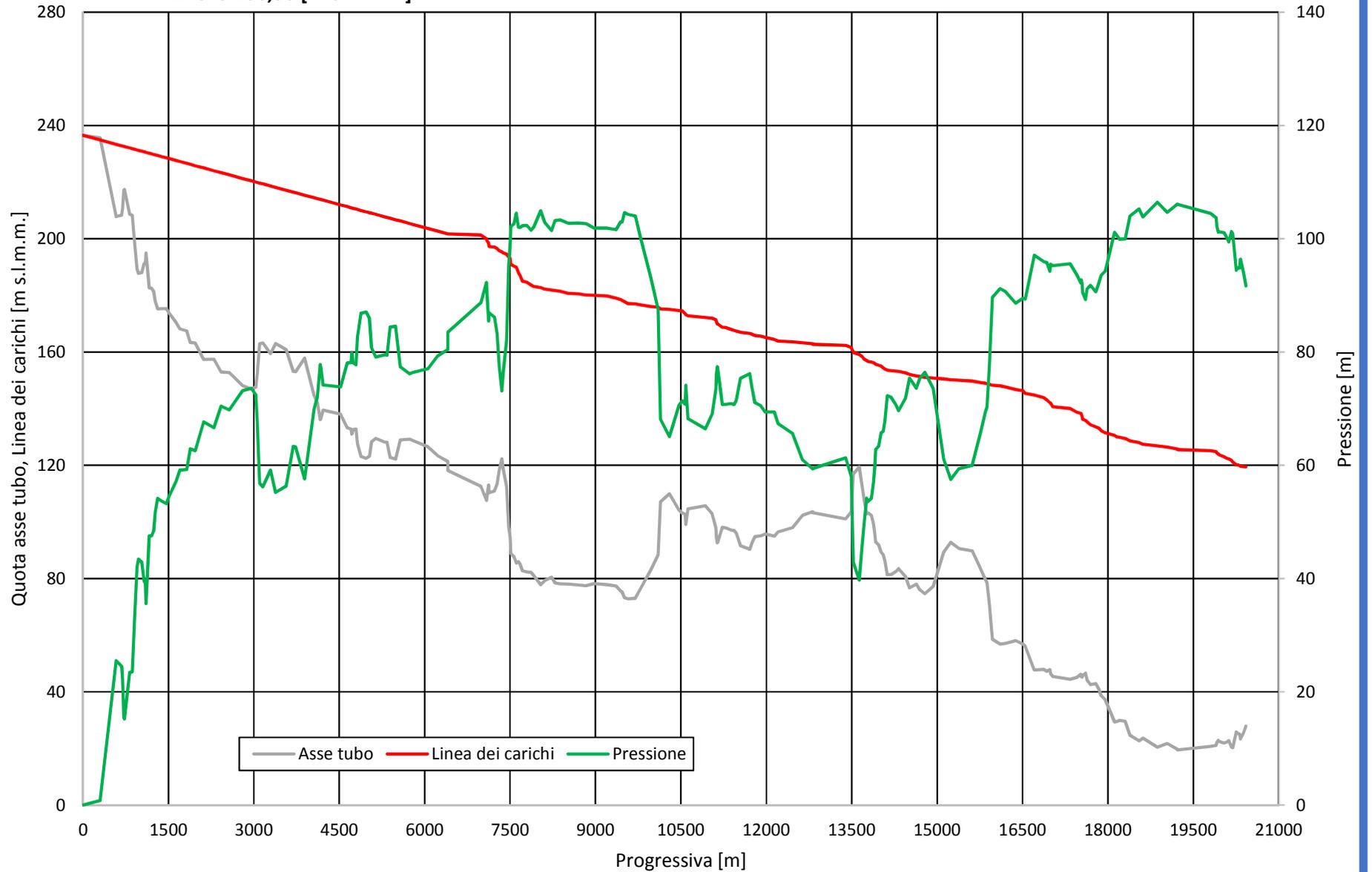
Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
LL1-1-CO	0,00	236,50	236,50	0,00
LL1-2	299,84	235,65	234,87	0,78
LL1-3-CA	583,06	207,83	233,33	25,50
LL1-4	677,24	208,37	232,82	24,45
LL1-5	690,76	210,61	232,75	22,14
LL1-6	714,01	217,06	232,62	15,56
LL1-7-FI	724,46	217,35	232,57	15,21
LL1-8	819,85	208,61	232,05	23,44
LL1-9	865,54	208,26	231,80	23,54
LL1-10	901,65	199,29	231,60	32,31
LL1-11	947,96	189,34	231,35	42,01
LL1-12-CA	970,58	187,78	231,23	43,44
LL1-13	1029,46	188,01	230,91	42,90
LL1-14	1070,81	191,22	230,68	39,47
LL1-15	1093,23	191,34	230,56	39,22
LL1-16-FI	1106,84	194,91	230,49	35,58
LL1-17	1159,92	182,70	230,20	47,50
LL1-18	1201,87	182,45	229,97	47,53
LL1-19	1241,72	181,35	229,76	48,41
LL1-20	1268,41	177,91	229,61	51,71
LL1-21-CA	1308,28	175,23	229,39	54,17
LL1-22	1381,97	175,33	228,99	53,66
LL1-23-FI	1463,98	175,35	228,55	53,20
LL1-24	1509,85	173,77	228,30	54,53
LL1-25	1630,00	170,53	227,65	57,11
LL1-26	1699,28	168,13	227,27	59,14
LL1-27	1819,25	167,40	226,62	59,22
LL1-28	1879,96	163,37	226,29	62,92
LL1-29	1968,01	163,22	225,81	62,59
LL1-30-CA	2117,68	157,35	225,00	67,65
LL1-31-FI	2298,13	157,41	224,02	66,61
LL1-32	2423,80	152,91	223,34	70,43
LL1-33	2570,34	152,75	222,54	69,79
LL1-34	2800,64	148,12	221,29	73,17
LL1-35-CA	2953,40	146,86	220,46	73,60
LL1-36	3033,96	147,54	220,02	72,48
LL1-37	3062,01	152,24	219,87	67,63
LL1-38	3100,01	162,89	219,66	56,77
LL1-39-FI	3155,59	163,19	219,36	56,17
LL1-40-CA	3292,10	159,46	218,62	59,16
LL1-41-FI	3379,69	162,95	218,14	55,19
LL1-42	3565,10	160,84	217,14	56,30
LL1-43	3691,29	153,10	216,45	63,35
LL1-44-CA	3734,30	153,00	216,22	63,22
LL1-45-FI	3891,82	157,79	215,36	57,57
LL1-46	4056,31	144,56	214,47	69,91
LL1-47	4114,79	142,09	214,15	72,07
LL1-48-CA	4164,14	136,12	213,88	77,76
LL1-49	4178,50	136,64	213,81	77,17
LL1-50-FI	4214,46	139,46	213,61	74,15
LL1-51	4523,25	138,10	211,93	73,83
LL1-52	4636,92	133,25	211,32	78,06
LL1-53	4710,40	132,80	210,92	78,12
LL1-54-CA	4717,06	130,98	210,88	79,90
LL1-55	4731,04	131,50	210,80	79,30
LL1-56	4741,76	132,61	210,75	78,13
LL1-57-FI	4790,76	132,75	210,48	77,73
LL1-58	4818,07	127,73	210,33	82,60
LL1-59	4880,82	123,13	209,99	86,86
LL1-60-CA	4973,41	122,44	209,49	87,05
LL1-61	5030,16	123,19	209,18	85,99
LL1-62	5067,04	128,25	208,98	80,73
LL1-63-FI	5138,69	129,51	208,59	79,08

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
LL1-64	5301,15	128,21	207,71	79,50
LL1-65	5341,61	128,07	207,49	79,42
LL1-66	5389,15	122,81	207,23	84,42
LL1-67-CA	5486,32	122,14	206,70	84,56
LL1-68	5569,99	128,89	206,25	77,36
LL1-69-FI	5734,65	129,21	205,35	76,14
LL1-70	5799,94	128,60	205,00	76,40
LL1-71	6054,86	126,58	203,61	77,03
LL1-72	6228,76	123,40	202,67	79,27
LL1-73	6407,04	121,26	201,70	80,44
LL1-74	6407,04	118,13	201,64	83,51
LL1-75	6990,10	112,55	201,31	88,76
LL1-76-CA	7084,28	107,57	199,84	92,26
LL1-77	7097,80	109,68	199,06	89,37
LL1-78-FI	7121,05	113,03	198,46	85,43
LL1-79-CA	7131,50	110,31	197,24	86,93
LL1-80	7226,89	110,87	197,04	86,17
LL1-81	7272,58	113,38	196,54	83,17
LL1-82	7308,69	118,29	195,72	77,43
LL1-83-FI	7355,00	122,20	195,34	73,14
LL1-84	7377,62	118,73	194,95	76,22
LL1-85	7436,49	112,44	194,49	82,05
LL1-86	7477,85	98,07	193,61	95,54
LL1-87	7500,26	94,63	193,13	98,50
LL1-88	7513,88	88,84	190,98	102,14
LL1-89	7566,96	87,64	190,27	102,63
LL1-90-CA	7608,91	85,41	189,93	104,51
LL1-91-FI	7648,76	85,96	187,96	102,00
LL1-92	7675,44	85,04	187,00	101,95
LL1-93	7715,32	82,71	185,00	102,30
LL1-94	7789,00	82,30	184,62	102,32
LL1-95	7871,02	82,11	183,62	101,51
LL1-96	7916,88	81,02	183,09	102,07
LL1-97-CA	8037,04	77,85	182,78	104,93
LL1-98	8106,32	79,25	182,15	102,90
LL1-99-FI	8226,29	80,45	181,91	101,46
LL1-100	8287,00	78,52	181,68	103,17
LL1-101	8375,04	78,10	181,41	103,32
LL1-102	8524,72	77,98	180,69	102,70
LL1-103	8705,17	77,72	180,48	102,76
LL1-104=L1M-1-CO	8830,84	77,49	180,14	102,65
L1M-2-FI	8977,37	78,16	180,02	101,86
L1M-3	9207,67	77,85	179,73	101,88
L1M-4	9360,44	77,37	178,98	101,61
L1M-5	9441,00	75,58	178,53	102,95
L1M-6	9469,04	75,29	178,26	102,97
L1M-7	9507,04	73,21	177,80	104,59
L1M-8-CA	9562,63	72,81	177,14	104,33
L1M-9	9699,13	73,01	176,99	103,98
L1M-10	9786,73	76,35	176,65	100,30
L1M-11	9972,14	83,10	176,07	92,98
L1M-12	10098,32	88,31	175,81	87,50
L1M-13	10141,34	107,12	175,25	68,13
L1M-14-FI	10298,86	109,96	175,04	65,08
L1M-15	10463,35	104,16	174,71	70,56
L1M-16	10521,83	103,12	174,53	71,40
L1M-17	10571,18	102,78	173,55	70,77
L1M-18-CA	10585,54	99,10	173,19	74,09
L1M-19	10621,50	104,51	172,74	68,22
L1M-20-FI	10930,29	105,73	172,17	66,44
L1M-21	11043,96	102,93	171,89	68,97
L1M-22	11117,44	97,88	171,34	73,47
L1M-23	11124,10	94,46	170,60	76,14

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-24-CA	11138,08	92,62	170,00	77,38
L1M-25	11148,80	92,83	169,87	77,04
L1M-26	11197,79	96,23	169,15	72,91
L1M-27-FI	11225,10	98,03	168,77	70,74
L1M-28	11287,86	97,85	168,61	70,76
L1M-29	11380,44	97,09	167,96	70,88
L1M-30	11437,19	96,93	167,64	70,71
L1M-31	11474,08	95,95	167,41	71,46
L1M-32	11545,72	91,53	166,90	75,37
L1M-33-CA	11708,18	90,33	166,54	76,20
L1M-34	11748,65	92,49	166,31	73,82
L1M-35	11796,18	94,79	165,86	71,07
L1M-36	11893,35	95,07	165,67	70,60
L1M-37-FI	11977,02	95,73	165,12	69,39
L1M-38-CA	12141,69	94,98	164,37	69,39
L1M-39	12206,97	96,50	163,81	67,31
L1M-40	12461,90	97,97	163,56	65,58
L1M-41	12635,79	102,27	163,27	61,00
L1M-42-FI	12814,08	103,62	162,93	59,32
L1M-43	12814,08	103,26	162,68	59,42
L1M-44-CA	13397,14	101,03	162,36	61,33
L1M-45	13491,32	103,54	161,55	58,00
L1M-46	13504,84	108,04	160,73	52,69
L1M-47-FI	13528,09	117,45	160,10	42,65
L1M-48-CA	13538,54	117,14	159,73	42,59
L1M-49-FI	13633,93	119,37	159,09	39,71
L1M-50	13679,62	113,03	158,44	45,41
L1M-51	13715,73	107,97	157,57	49,60
L1M-52-CA	13762,03	102,78	157,00	54,22
L1M-53-FI	13784,66	103,10	156,70	53,60
L1M-54	13843,53	102,25	156,42	54,17
L1M-55	13884,89	99,18	156,21	57,03
L1M-56	13907,30	96,00	155,89	59,88
L1M-57	13920,92	92,90	155,65	62,75
L1M-58	13973,99	91,83	155,24	63,42
L1M-59	14015,94	89,27	154,98	65,71
L1M-60	14055,80	88,35	154,38	66,03
L1M-61	14082,48	86,18	153,98	67,80
L1M-62-CA	14122,36	81,32	153,61	72,29
L1M-63	14196,04	81,44	153,44	72,00
L1M-64	14278,06	82,57	153,22	70,65
L1M-65-FI	14323,92	83,43	153,10	69,66
L1M-66	14444,08	80,78	152,61	71,83
L1M-67-CA	14513,36	76,73	152,10	75,37
L1M-68-FI	14633,33	77,98	151,55	73,57
L1M-69	14694,04	76,05	151,36	75,32
L1M-70-CA	14782,08	74,59	151,00	76,41
L1M-71	14931,75	77,28	150,80	73,52
L1M-72	15112,20	89,30	150,45	61,15
L1M-73-FI	15237,88	92,74	150,22	57,48
L1M-74	15384,41	90,64	150,03	59,39
L1M-75	15614,71	89,75	149,70	59,95
L1M-76	15767,48	83,20	149,16	65,97
L1M-77	15848,04	79,63	148,97	69,34
L1M-78	15876,08	78,56	148,81	70,25
L1M-79	15914,08	71,14	148,55	77,41
L1M-80	15969,67	58,51	148,20	89,69
L1M-81-CA	16106,17	56,88	148,06	91,18
L1M-82	16193,77	56,99	147,70	90,71
L1M-83-FI	16379,17	58,08	146,68	88,60
L1M-84	16505,36	56,86	146,31	89,45
L1M-85	16548,38	56,07	145,43	89,36
L1M-86-CA	16705,90	47,73	144,82	97,09

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-87-FI	16870,39	47,90	143,85	95,95
L1M-88-CA	16928,87	47,22	143,03	95,81
L1M-89-FI	16978,22	47,84	142,11	94,27
L1M-90	16992,58	46,35	141,89	95,54
L1M-91	17028,53	45,45	140,69	95,24
L1M-92-CA	17337,33	44,45	140,03	95,57
L1M-93	17450,99	45,09	138,73	93,65
L1M-94-FI	17524,48	46,21	138,38	92,17
L1M-95	17531,14	45,38	138,11	92,74
L1M-96-CA	17545,11	45,18	137,25	92,07
L1M-97	17555,84	45,78	136,29	90,51
L1M-98-FI	17604,83	46,58	135,84	89,26
L1M-99	17632,14	44,13	135,28	91,15
L1M-100-CA	17694,90	42,50	134,26	91,76
L1M-101-FI	17787,48	42,87	133,50	90,64
L1M-102	17844,23	40,85	133,07	92,22
L1M-103	17881,12	38,69	132,19	93,51
L1M-104	17952,76	37,16	131,46	94,29
L1M-105-CA	18115,22	29,40	130,55	101,14
L1M-106	18155,68	29,45	130,05	100,60
L1M-107-FI	18203,22	29,96	129,87	99,91
L1M-108	18300,39	29,54	129,50	99,96
L1M-109	18384,06	24,63	128,63	104,00
L1M-110-CA	18548,73	22,71	127,98	105,28
L1M-111-FI	18614,01	23,58	127,40	103,83
L1M-112-CA	18868,94	20,41	126,84	106,44
L1M-113-FI	19042,83	21,71	126,34	104,63
L1M-114	19221,11	19,64	125,75	106,11
L1M-115-CA	19221,11	19,48	125,53	106,05
L1M-116	19804,18	20,67	125,15	104,48
L1M-117	19898,35	21,11	124,82	103,71
L1M-118	19911,87	22,11	124,32	102,21
L1M-119-FI	19935,13	22,90	124,05	101,15
L1M-120	19945,58	22,52	123,72	101,20
L1M-121-CA	20040,97	21,93	123,01	101,08
L1M-122	20086,65	22,17	122,41	100,24
L1M-123-FI	20122,76	22,81	122,23	99,42
L1M-124	20169,07	20,49	121,75	101,27
L1M-125-CA	20191,69	20,26	121,16	100,90
L1M-126-FI	20250,57	25,74	120,19	94,45
L1M-127	20291,92	25,26	120,10	94,84
L1M-128	20314,34	25,03	119,86	94,83
L1M-129-CA	20327,96	23,34	119,70	96,36
L1M-130	20381,03	25,61	119,55	93,94
L1M-131-CO	20422,98	27,81	119,47	91,66

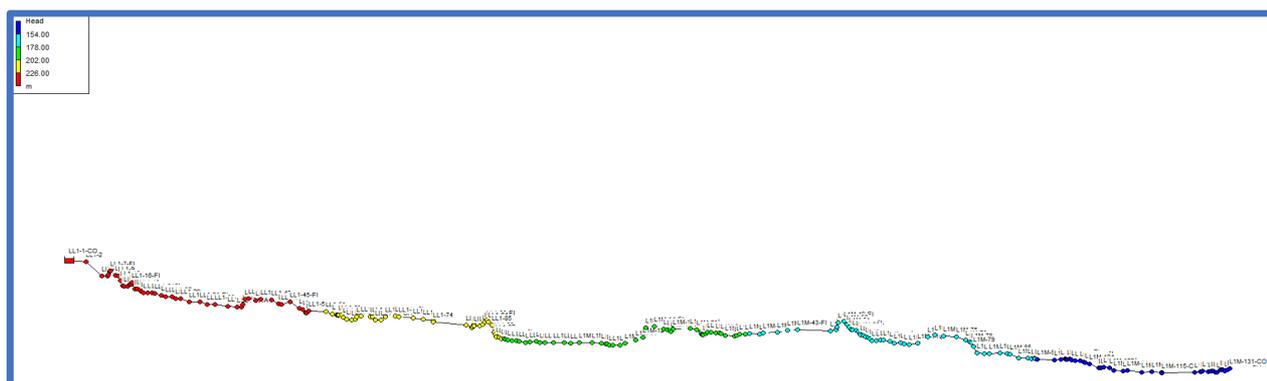
Alternativa A1.1 - Tratto L-L1-M: VASCA CAMPANASSISSA - COLLEGAMENTO GALLERIA - INVASO MONTE PRANU
Livello 236,50 [m.s.l.m.m.]



Alternativa A1.1 - Tratto L - L1 - M: OPERA DI PRESA E RILASCIO BAU PRESSIU - INVASO MONTE PRANU

Livello 249,00 [m s.l.m.]

PORTATA: 2.000 l/s



Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
LL1-1-CO	0,00	249,00	249,00	0,00
LL1-2	299,84	235,65	247,37	11,72
LL1-3-CA	583,06	207,83	245,83	38,00
LL1-4	677,24	208,37	245,32	36,95
LL1-5	690,76	210,61	245,25	34,64
LL1-6	714,01	217,06	245,12	28,06
LL1-7-FI	724,46	217,35	245,07	27,71
LL1-8	819,85	208,61	244,55	35,94
LL1-9	865,54	208,26	244,30	36,04
LL1-10	901,65	199,29	244,10	44,81
LL1-11	947,96	189,34	243,85	54,51
LL1-12-CA	970,58	187,78	243,73	55,94
LL1-13	1029,46	188,01	243,41	55,40
LL1-14	1070,81	191,22	243,18	51,97
LL1-15	1093,23	191,34	243,06	51,72
LL1-16-FI	1106,84	194,91	242,99	48,08
LL1-17	1159,92	182,70	242,70	60,00
LL1-18	1201,87	182,45	242,47	60,03
LL1-19	1241,72	181,35	242,26	60,91
LL1-20	1268,41	177,91	242,11	64,21
LL1-21-CA	1308,28	175,23	241,89	66,67
LL1-22	1381,97	175,33	241,49	66,16
LL1-23-FI	1463,98	175,35	241,05	65,70
LL1-24	1509,85	173,77	240,80	67,03
LL1-25	1630,00	170,53	240,15	69,61
LL1-26	1699,28	168,13	239,77	71,64
LL1-27	1819,25	167,40	239,12	71,72
LL1-28	1879,96	163,37	238,79	75,42
LL1-29	1968,01	163,22	238,31	75,09
LL1-30-CA	2117,68	157,35	237,50	80,15
LL1-31-FI	2298,13	157,41	236,52	79,11
LL1-32	2423,80	152,91	235,84	82,93
LL1-33	2570,34	152,75	235,04	82,29
LL1-34	2800,64	148,12	233,79	85,67
LL1-35-CA	2953,40	146,86	232,96	86,10
LL1-36	3033,96	147,54	232,52	84,98
LL1-37	3062,01	152,24	232,37	80,13
LL1-38	3100,01	162,89	232,16	69,27
LL1-39-FI	3155,59	163,19	231,86	68,67
LL1-40-CA	3292,10	159,46	231,12	71,66
LL1-41-FI	3379,69	162,95	230,64	67,69
LL1-42	3565,10	160,84	229,64	68,80
LL1-43	3691,29	153,10	228,95	75,85
LL1-44-CA	3734,30	153,00	228,72	75,72
LL1-45-FI	3891,82	157,79	227,86	70,07
LL1-46	4056,31	144,56	226,97	82,41
LL1-47	4114,79	142,09	226,65	84,57
LL1-48-CA	4164,14	136,12	226,38	90,26
LL1-49	4178,50	136,64	226,31	89,67
LL1-50-FI	4214,46	139,46	226,11	86,65
LL1-51	4523,25	138,10	224,43	86,33
LL1-52	4636,92	133,25	223,82	90,56
LL1-53	4710,40	132,80	223,42	90,62
LL1-54-CA	4717,06	130,98	223,38	92,40
LL1-55	4731,04	131,50	223,30	91,80

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.]	Carico totale [m s.l.m.]	Pressione [c.a.]
LL1-64	5301,15	128,21	220,21	92,00
LL1-65	5341,61	128,07	219,99	91,92
LL1-66	5389,15	122,81	219,73	96,92
LL1-67-CA	5486,32	122,14	219,20	97,06
LL1-68	5569,99	128,89	218,75	89,86
LL1-69-FI	5734,65	129,21	217,85	88,64
LL1-70	5799,94	128,60	217,50	88,90
LL1-71	6054,86	126,58	216,11	89,53
LL1-72	6228,76	123,40	215,17	91,77
LL1-73	6407,04	121,26	214,20	92,94
LL1-74	6407,04	118,13	214,14	96,01
LL1-75	6990,10	112,55	213,81	101,26
LL1-76-CA	7084,28	107,57	212,34	104,76
LL1-77	7097,80	109,68	211,56	101,87
LL1-78-FI	7121,05	113,03	210,96	97,93
LL1-79-CA	7131,50	110,31	209,74	99,43
LL1-80	7226,89	110,87	209,54	98,67
LL1-81	7272,58	113,38	209,04	95,67
LL1-82	7308,69	118,29	208,22	89,93
LL1-83-FI	7355,00	122,20	207,84	85,64
LL1-84	7377,62	118,73	207,45	88,72
LL1-85	7436,49	112,44	206,99	94,55
LL1-86	7477,85	98,07	206,11	108,04
LL1-87	7500,26	94,63	205,63	111,00
LL1-88	7513,88	88,84	203,48	114,64
LL1-89	7566,96	87,64	202,77	115,13
LL1-90-CA	7608,91	85,41	202,43	117,01
LL1-91-FI	7648,76	85,96	200,46	114,50
LL1-92	7675,44	85,04	199,50	114,45
LL1-93	7715,32	82,71	197,50	114,80
LL1-94	7789,00	82,30	197,12	114,82
LL1-95	7871,02	82,11	196,12	114,01
LL1-96	7916,88	81,02	195,59	114,57
LL1-97-CA	8037,04	77,85	195,28	117,43
LL1-98	8106,32	79,25	194,65	115,40
LL1-99-FI	8226,29	80,45	194,41	113,96
LL1-100	8287,00	78,52	194,18	115,67
LL1-101	8375,04	78,10	193,91	115,82
LL1-102	8524,72	77,98	193,19	115,20
LL1-103	8705,17	77,72	192,98	115,26
LL1-104=L1M-1-CO	8830,84	77,49	192,64	115,15
L1M-2-FI	8977,37	78,16	192,52	114,36
L1M-3	9207,67	77,85	192,23	114,38
L1M-4	9360,44	77,37	191,48	114,11
L1M-5	9441,00	75,58	191,03	115,45
L1M-6	9469,04	75,29	190,76	115,47
L1M-7	9507,04	73,21	190,30	117,09
L1M-8-CA	9562,63	72,81	189,64	116,83
L1M-9	9699,13	73,01	189,49	116,48
L1M-10	9786,73	76,35	189,15	112,80
L1M-11	9972,14	83,10	188,57	105,48
L1M-12	10098,32	88,31	188,31	100,00
L1M-13	10141,34	107,12	187,75	80,63
L1M-14-FI	10298,86	109,96	187,54	77,58
L1M-15	10463,35	104,16	187,21	83,06

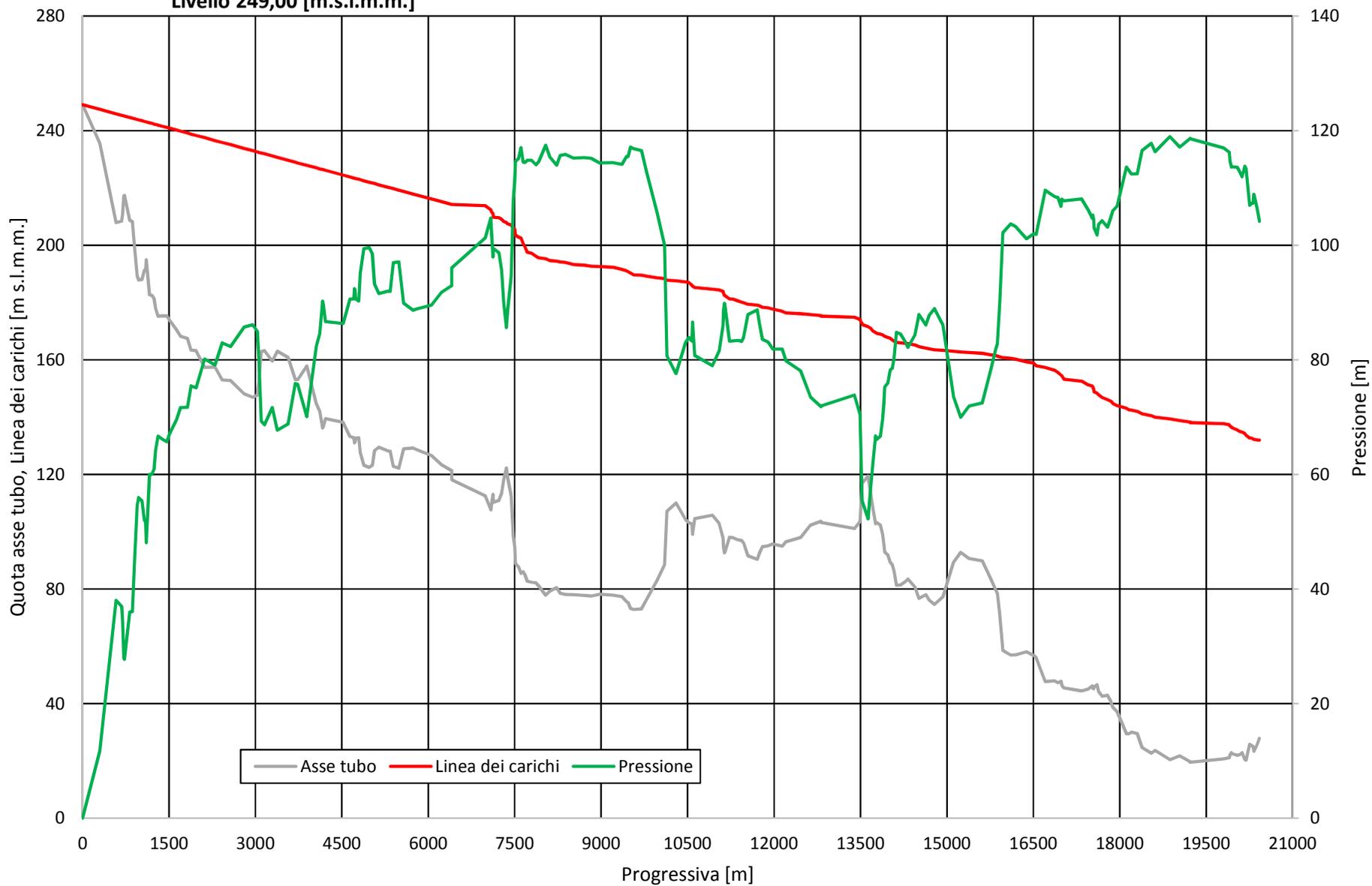
LL1-56	4741,76	132,61	223,25	90,63
LL1-57-FI	4790,76	132,75	222,98	90,23
LL1-58	4818,07	127,73	222,83	95,10
LL1-59	4880,82	123,13	222,49	99,36
LL1-60-CA	4973,41	122,44	221,99	99,55
LL1-61	5030,16	123,19	221,68	98,49
LL1-62	5067,04	128,25	221,48	93,23
LL1-63-FI	5138,69	129,51	221,09	91,58

L1M-16	10521,83	103,12	187,03	83,90
L1M-17	10571,18	102,78	186,05	83,27
L1M-18-CA	10585,54	99,10	185,69	86,59
L1M-19	10621,50	104,51	185,24	80,72
L1M-20-FI	10930,29	105,73	184,67	78,94
L1M-21	11043,96	102,93	184,39	81,47
L1M-22	11117,44	97,88	183,84	85,97
L1M-23	11124,10	94,46	183,10	88,64

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-24-CA	11138,08	92,62	182,50	89,88
L1M-25	11148,80	92,83	182,37	89,54
L1M-26	11197,79	96,23	181,65	85,41
L1M-27-FI	11225,10	98,03	181,27	83,24
L1M-28	11287,86	97,85	181,11	83,26
L1M-29	11380,44	97,09	180,46	83,38
L1M-30	11437,19	96,93	180,14	83,21
L1M-31	11474,08	95,95	179,91	83,96
L1M-32	11545,72	91,53	179,40	87,87
L1M-33-CA	11708,18	90,33	179,04	88,70
L1M-34	11748,65	92,49	178,81	86,32
L1M-35	11796,18	94,79	178,36	83,57
L1M-36	11893,35	95,07	178,17	83,10
L1M-37-FI	11977,02	95,73	177,62	81,89
L1M-38-CA	12141,69	94,98	176,87	81,89
L1M-39	12206,97	96,50	176,31	79,81
L1M-40	12461,90	97,97	176,06	78,08
L1M-41	12635,79	102,27	175,77	73,50
L1M-42-FI	12814,08	103,62	175,43	71,82
L1M-43	12814,08	103,26	175,18	71,92
L1M-44-CA	13397,14	101,03	174,86	73,83
L1M-45	13491,32	103,54	174,05	70,50
L1M-46	13504,84	108,04	173,23	65,19
L1M-47-FI	13528,09	117,45	172,60	55,15
L1M-48-CA	13538,54	117,14	172,23	55,09
L1M-49-FI	13633,93	119,37	171,59	52,21
L1M-50	13679,62	113,03	170,94	57,91
L1M-51	13715,73	107,97	170,07	62,10
L1M-52-CA	13762,03	102,78	169,50	66,72
L1M-53-FI	13784,66	103,10	169,20	66,10
L1M-54	13843,53	102,25	168,92	66,67
L1M-55	13884,89	99,18	168,71	69,53
L1M-56	13907,30	96,00	168,39	72,38
L1M-57	13920,92	92,90	168,15	75,25
L1M-58	13973,99	91,83	167,74	75,92
L1M-59	14015,94	89,27	167,48	78,21
L1M-60	14055,80	88,35	166,88	78,53
L1M-61	14082,48	86,18	166,48	80,30
L1M-62-CA	14122,36	81,32	166,11	84,79
L1M-63	14196,04	81,44	165,94	84,50
L1M-64	14278,06	82,57	165,72	83,15
L1M-65-FI	14323,92	83,43	165,60	82,16
L1M-66	14444,08	80,78	165,11	84,33
L1M-67-CA	14513,36	76,73	164,60	87,87
L1M-68-FI	14633,33	77,98	164,05	86,07
L1M-69	14694,04	76,05	163,86	87,82
L1M-70-CA	14782,08	74,59	163,50	88,91
L1M-71	14931,75	77,28	163,30	86,02
L1M-72	15112,20	89,30	162,95	73,65
L1M-73-FI	15237,88	92,74	162,72	69,98
L1M-74	15384,41	90,64	162,53	71,89
L1M-75	15614,71	89,75	162,20	72,45
L1M-76	15767,48	83,20	161,66	78,47
L1M-77	15848,04	79,63	161,47	81,84
L1M-78	15876,08	78,56	161,31	82,75
L1M-79	15914,08	71,14	161,05	89,91
L1M-80	15969,67	58,51	160,70	102,19
L1M-81-CA	16106,17	56,88	160,56	103,68
L1M-82	16193,77	56,99	160,20	103,21
L1M-83-FI	16379,17	58,08	159,18	101,10
L1M-84	16505,36	56,86	158,81	101,95
L1M-85	16548,38	56,07	157,93	101,86
L1M-86-CA	16705,90	47,73	157,32	109,59

Identificativo nodo	Progressiva [m]	Quota asse tuo [m s.l.m.m.]	Carico totale [m s.l.m.m.]	Pressione [c.a.]
L1M-87-FI	16870,39	47,90	156,35	108,45
L1M-88-CA	16928,87	47,22	155,53	108,31
L1M-89-FI	16978,22	47,84	154,61	106,77
L1M-90	16992,58	46,35	154,39	108,04
L1M-91	17028,53	45,45	153,19	107,74
L1M-92-CA	17337,33	44,45	152,53	108,07
L1M-93	17450,99	45,09	151,23	106,15
L1M-94-FI	17524,48	46,21	150,88	104,67
L1M-95	17531,14	45,38	150,61	105,24
L1M-96-CA	17545,11	45,18	149,75	104,57
L1M-97	17555,84	45,78	148,79	103,01
L1M-98-FI	17604,83	46,58	148,34	101,76
L1M-99	17632,14	44,13	147,78	103,65
L1M-100-CA	17694,90	42,50	146,76	104,26
L1M-101-FI	17787,48	42,87	146,00	103,14
L1M-102	17844,23	40,85	145,57	104,72
L1M-103	17881,12	38,69	144,69	106,01
L1M-104	17952,76	37,16	143,96	106,79
L1M-105-CA	18115,22	29,40	143,05	113,64
L1M-106	18155,68	29,45	142,55	113,10
L1M-107-FI	18203,22	29,96	142,37	112,41
L1M-108	18300,39	29,54	142,00	112,46
L1M-109	18384,06	24,63	141,13	116,50
L1M-110-CA	18548,73	22,71	140,48	117,78
L1M-111-FI	18614,01	23,58	139,90	116,33
L1M-112-CA	18868,94	20,41	139,34	118,94
L1M-113-FI	19042,83	21,71	138,84	117,13
L1M-114	19221,11	19,64	138,25	118,61
L1M-115-CA	19221,11	19,48	138,03	118,55
L1M-116	19804,18	20,67	137,65	116,98
L1M-117	19898,35	21,11	137,32	116,21
L1M-118	19911,87	22,11	136,82	114,71
L1M-119-FI	19935,13	22,90	136,55	113,65
L1M-120	19945,58	22,52	136,22	113,70
L1M-121-CA	20040,97	21,93	135,51	113,58
L1M-122	20086,65	22,17	134,91	112,74
L1M-123-FI	20122,76	22,81	134,73	111,92
L1M-124	20169,07	20,49	134,25	113,77
L1M-125-CA	20191,69	20,26	133,66	113,40
L1M-126-FI	20250,57	25,74	132,69	106,95
L1M-127	20291,92	25,26	132,60	107,34
L1M-128	20314,34	25,03	132,36	107,33
L1M-129-CA	20327,96	23,34	132,20	108,86
L1M-130	20381,03	25,61	132,05	106,44
L1M-131-CO	20422,98	27,81	131,97	104,16

Alternativa A1.1 - Tratto L-L1-M: VASCA CAMPANASSISSA - COLLEGAMENTO GALLERIA - INVASO MONTE PRANU
Livello 249,00 [m.s.l.m.m.]



14 ELENCO BIBLIOGRAFICO

CARTA GEOLOGICA DELLA SARDEGNA In scala 1:200.000. A cura del Comitato per il Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna. L.Carnignani; S. Barca; G. Oggiano; P.C. Pertusati; I. Salvadori . Firenze (1996)

NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA. In scala 1:50.000. ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Servizio Geologico d'Italia – Organo Cartografico dello Stato. Realizzato da Regione Autonoma della Sardegna. Responsabile del progetto CARG per la Regione Autonoma della Sardegna: I. Salvadori. (2009)

Quaderni:

Foglio 556 Assemini: A. Funedda; L. Carnignani; S. Pasci; E.D. Patta; V. Uras; P. Conti; V. Sale

Foglio 557 Cagliari: S. barca; E. Melis; E. Annino; F. Cincotti

Foglio 564 Carbonia: S. Pasci; L. Carnignani; G. Pisanu; V. Sale

Foglio 565 Capoterra: S. Barca; R. Serri; R. Rizzo; A. Forci; P. Calzia; P.C. Pertusati

STRUCTURAL MODEL OF THE HERCYNIAN BASEMENT OF SARDINIA In scala 1:500.000. Redatta da: Consiglio Nazionale Delle Ricerche – Progetto Finalizzato Geodinamica – Sottoprogetto 5: Modello Strutturale d'Italia – F. Barbieri; G. Bigi; M. parotto; L. Vezzani . Coordinamento scientifico e redazione: L. carnignani; T. Coccozza; C. Ghezzi; P. C. Pertusati; C. A. Ricci – Roma, (1987)

CARTA DEI SUOLI DELLA SARDEGNA – SOIL MAP OF SARDINIA – In scala 1:250.000. redatta da Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della programmazione Bilancio ed Assetto del Territorio, Centro Regionale di Programmazione, Dipartimento Scienze della Terra, Università di Cagliari. Coordinamento e Correlazione: A. Aru e P. Baldaccini, elaborazione A. Vacca (1990)

NOTA ILLUSTRATIVA ALLA CARTA DEI SUOLI DELLA SARDEGNA In scala 1:250.000 – Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della programmazione Bilancio ed Assetto del Territorio, Centro Regionale di Programmazione – Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra. A. Aru; P. Baldaccini; A. Vacca. Cagliari (1991)

CARTA MINERARIA DELL'ISOLA DI SARDEGNA In scala 1:250.000. Redatta da Ente Minerario Sardo e tratta da: Relazione del deputato Sella alla Commissione di inchiesta sulle condizioni dell'industria mineraria nell'isola di Sardegna. Camera dei Deputati, Torino (1871)

CARTA METALLOGENICA DELLA SARDEGNA In scala 1:250.000 Redatta da Ente Minerario Sardo. A. Marcello; S. Pretti; I. Salvadori. Firenze (1978)

CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA SARDEGNA MARINA E CONTINENTALE In scala 1:500.000 – CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche – Progetto Finalizzato Oceanografia e Fondi Marini. Redatta da Dipartimento Scienze della terra, Università di Cagliari. A. Ulzega; L. Lecca; F. leone; P. Orrù; R. Scarteddu; F. Sechi. Novara (1988)

ELEMENTI IDRICI DELLA SARDEGNA - DBG10K - Elemento idrico - Regione Autonoma della Sardegna Assessorato degli Enti Locali, Finanze e Urbanistica. Cagliari (2010)

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE - Regione Autonoma della Sardegna - Deliberazione della Giunta Regionale n. 14/16 del 4 aprile 2006

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) - Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10.07.2006

PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (P.S.F.F) - Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 17.12.2015 riguardante “Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)” – Approvazione in via definitiva ai sensi dell'art. 9 L.R. 6 dicembre 2006, n.19 e s.m.i. [BURAS DEL 19.12.2015 N. 58 anno LXVII- part. I II]

PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI del Distretto Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna (P.G.R.A.) - Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 15.03.2016 - Oggetto: Attuazione della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 – Approvazione.

DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM) con passo pari ad 1 metro, derivante dal rilievo LIDAR disponibile per le aree oggetto di approfondimento. Regione Autonoma della Sardegna Servizio Osservatorio del Paesaggio e del Territorio, Sistemi Informativi Territoriali. Cagliari (2004)