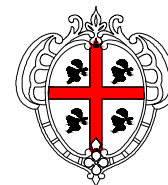




REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

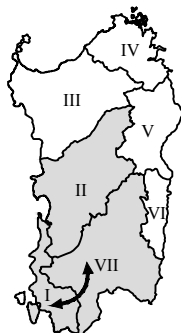
Assessoradu de sos traballos pùblicos
Assessorato dei lavori pubblici



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

Allegato:

PF.1.3

*PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEI
PIANI DI SICUREZZA*

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 Repossi
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	N.G.	D.C.
REV. 01	PER VALIDAZIONE	Settembre 2019	N.G.	D.C.
REV. 02	PER VALIDAZIONE	Dicembre 2019	E.C.	D.C.

Sommario

1. PREMESSE	1
2. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI	1
2.1 L'ORGANIZZAZIONE DEI LAVORI	10
2.2 LA PIANIFICAZIONE DEI LAVORI	13
2.3 LE PROCEDURE ESECUTIVE.....	14
3. PRELIMINARI RIFERIMENTI PROGETTUALI.....	14
4. DISPOSTI NORMATIVI.....	15
5. PREVISIONI DEI COSTI DELLA SICUREZZA.....	16

1. PREMESSE

L'obbligo di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento da parte del Committente della progettazione porta ad una rivisitazione non solo della cosiddetta progettazione esecutiva e cantierabile ma ad un preliminare inquadramento e aggiustamento delle tematiche sulla sicurezza già nelle fasi di concezione ed elaborazione delle progettazioni preliminare e definitiva.

Il piano di sicurezza rappresenta l'elemento portante del nuovo modello di prevenzione infortuni nel cantiere ed essendo uno strumento operativo, individua e detta le norme generali per l'organizzazione dei lavori, fornisce le procedure di esecuzione da svolgere in "sicurezza".

In altre parole, nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, il Coordinatore dovrà individuare quelle modalità di realizzazione in sicurezza dell'opera, capaci di soddisfare le attese qualitative espresse nelle diverse fasi di progettazione, ottimizzando le risorse umane ed economiche, a partire dalle condizioni di lavoro ambientali e strumentali degli esecutori. In particolare, la qualità operativa contiene come requisiti inderogabili tutti gli aspetti relativi alla sicurezza degli operatori del cantiere, e terzi estranei al cantiere, esprimibili in termini di incolumità, salute ed igiene.

Il cantiere dunque è un complesso sistema uomo – macchina – ambiente avente come scopo la produzione di beni immobili o infrastrutture di qualsiasi natura e tipologia.

In questo ambiente complesso sarà necessario esaminare, studiare e proporre soluzioni alle molteplici situazioni di contatto tra i diversi elementi e così avvicinarsi alle migliori condizioni di sicurezza relativa.

2. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Queste preliminari considerazioni permetteranno di trarre le prime indicazioni sulla stesura del Piano di Sicurezza che, sviluppate in questa fase di progettazione, permetteranno di attendere più linearmente agli obiettivi richiesti dal D.Lgs. n. 81/2008 s.m.i., concernente la redazione delle indicazioni preliminari per la stesura dei piani di sicurezza e stima dei costi. Queste stesse, rielaborate ed allegate al progetto definitivo confluiranno a loro volta nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, allegato al progetto esecutivo.

Lo scopo finale sarà di redigere un Piano di Sicurezza e Coordinamento che conterrà l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi e le conseguenti procedure, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori, nonché la stima dei relativi costi che non sono soggetti al ribasso nelle offerte delle Imprese Esecutrici.

Il Piano conterrà altresì le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla eventuale presenza simultanea o successiva di più imprese o dei lavoratori autonomi e sarà redatto anche al fine di prevedere, quando ciò risulti necessario, l'utilizzazione di impianti comuni quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva.

Il Piano sarà costituito da una Relazione Tecnica, e Prescrizioni correlate alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione.

Il Piano consisterà in un documento che, in totale coerenza con la progettazione dell'opera, ha autonomia redazionale rispetto agli elaborati di progetto dell'opera, pertanto conterrà allegati e planimetrie atte a chiarire i contenuti e le scelte effettuate in esso.

Considerata la tipologia dei lavori ed i diversi ambiti naturali che interagiranno con il cantiere, nella sezione destinata all'indagine in sito si elencheranno le risultanze emerse durante i sopralluoghi e le conseguenti precauzioni ed attività preliminari da mettere in atto.

I dati presi in considerazione che si dovranno raccogliere e valutare saranno sia quelli interni (a) al luogo di lavoro sia quelli esterni (b).

I primi (a) riguarderanno:

- ❑ *le caratteristiche geomorfologiche del terreno,*
- ❑ *i vincoli idrogeologici al fine di ridurre il livello di rischio atteso derivante da possibili zone di elevata esondabilità,*
- ❑ *la presenza di infrastrutture viarie e tecnologiche,*
- ❑ *la presenza di servizi cittadini ed extraurbani aerei (elettricità, telefoni) o in sottosuolo (elettricità, telefono, gas, fognatura, acquedotto, teleriscaldamento, ecc.),*
- ❑ *i possibili rischi introducibili in cantiere a causa dell'ambiente esterno (caduta carichi ed inquinanti vari), per la presenza al contorno di altri cantieri, di viabilità pericolosa, di industrie o attività inquinanti.*

I secondi (b), che dovranno essere rilevati prendendo in esame l'impatto ambientale del cantiere riguarderanno:

- ❑ *la possibile caduta di materiali dall'alto verso l'esterno del cantiere a causa della movimentazione aerea dei carichi,*
- ❑ *il probabile trasferimento all'esterno del cantiere di inquinanti fisici e chimici prodotti dalle attrezzature di lavoro o dalle sostanze pericolose adoperate (rumore, vibrazioni, vapori),*
- ❑ *la regolamentazione della viabilità.*

Qualora in questa fase si rilevassero condizioni caratterizzate da un rischio non accettabile, sia per l'interno del cantiere, sia per l'ambiente esterno, verranno indicate nel piano le possibili soluzioni atte a ridurre il livello di rischio.

Lo studio del progetto dell'opera dovrà essere condotto al fine di comprendere appieno le procedure di lavoro richieste per la realizzazione dell'intervento e le risorse, intese come uomini e mezzi, necessarie all'esecuzione di ogni categoria di lavoro.

Lo scopo finale dei documenti sulla sicurezza sarà quello di contribuire a predisporre il progetto operativo della realizzazione dell'opera, inteso come il progetto dell'organizzazione degli uomini e dei mezzi necessari per raggiungere gli obiettivi prefissati, nel rispetto delle norme di prevenzione e sicurezza.

Esso analizzerà le fasi riguardanti l'**organizzazione dei lavori**, la **pianificazione dei lavori** e le **procedure esecutive**.

Per quanto riguarda l'identificazione e la descrizione dell'intervento si fa riferimento e si rinvia alla Relazione illustrativa (doc.PF.1.1.2) cap. 2; lo stesso capitolo contiene la descrizione della linea C – valorizzazione energetica, che è ulteriormente integrata da una descrizione più strettamente energetica nella Relazione illustrativa (doc.PF.1.1.1) cap. 4.4.8.1 e seguenti.

Si riporta di seguito dalla Relazione, per comodità di lettura

3. DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLA SOLUZIONE SELEZIONATA

Come già ampiamente descritto l'alternativa di tracciato A.1.1 nella sua variante A.1.1.b è risultata, alla luce delle analisi di convenienza formulate, la soluzione più performante.

Senza più entrarvi nel merito si evidenzia come, tra le considerazioni svolte, si sia concretamente motivata la scelta di privilegiare quale tipologia di condotte per i collegamenti idrici l'acciaio debitamente protetto esternamente con strato di poliuretano di 1 millimetro di spessore applicato in condizione di fusione secondo le previsioni di produzione stabilite dalle norme EN 10290 ed internamente con strato di 250 micron di resina epossidica.

La soluzione individuata prevede una connessione idraulica tra l'invaso di Cixerri posto alla quota di 40 m.s.m. circa nella media valle dell'omonimo fiume, ricettore dei contributi integrativi del sistema idrico Tirso- Flumendosa-Campidano nella misura media di 22.500.000 di metri cubi all'anno, ed i compresori irrigui del Sulcis-Iglesiente.

Tale dotazione idrica raggiungerà il comprensorio di Iglesias con circa 6.500.000 m³ d'acqua all'anno trasferiti al serbatoio di distribuzione di Ponte Murtas ed il vasto comprensorio del Sulcis con circa 16.000.000 di m³ all'anno trasferiti all'invaso di Monte Pranu raccogliendo lungo il percorso l'opportunità di poter concentrare fino a 2 m³/s la portata di punta trasferita grazie all'apporto compensativo garantito dall'invaso di Bau Pressiu.

Lo schema distributivo della soluzione selezionata prevede:

- una prima stazione di sollevamento che trasferirà l'intero volume idrico ad una vasca di carico nei pressi della diga di Medau Zirimillis (161 m.s.m.);
- una condotta alimentata a gravità dal serbatoio di Medau Zirimillis fino alla vasca di Ponte Murtas nei pressi di Iglesias per il servizio irriguo di quel comprensorio;
- una seconda stazione di sollevamento nei pressi della diga di Medau Zirimillis che dalla vasca raggiunga una seconda vasca di carico in località Campanasissa (310 m.s.m.) che rappresenta lo spartiacque verso la costa occidentale;
- una condotta che dalla vasca di Campanasissa raggiungerà a gravità il serbatoio artificiale di Monte Pranu (45 m.s.m.) per l'integrazione della dotazione irrigua già a servizio di quel comprensorio. Tale condotta lungo il tracciato integrerà la dotazione potabile dell'invaso di Bau Pressiu e potrà fornire una dotazione irrigua di soccorso ai compresori agricoli dei territori di Narcao, Nuxis e Villaperuccia ad apposite derivazioni.

La stazione di sollevamento di 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 transistori 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.

La condotta premente da Cixerri alla vasca di Medau Zirimillis

La condotta proveniente dal sollevamento di Cixerri avrà un diametro di 1.000 mm e si svilupperà in direttrice da est verso ovest risalendo la vallata del rio Zirimillis fino all'omonima diga per una lunghezza di 8.415 m.

Il cantiere di posa della condotta sarà caratterizzato da geometrie ed occupazioni di suolo quali quelle rappresentate nello schema "SEZIONE A – POSA CONDOTTA" dello specifico elaborato "Tipologie d'intervento e loro quantificazione economica parametrica" tranne che per l'ultima rampa di salita al serbatoio ove la presenza di roccia affiorante sulla dorsale seguita quale tracciato costringerà a ricorrere a sezioni di scavo con organizzazione cantieristica quale quella delle tipologie B e C.

Si evidenzia che il bilancio scavi/rinterri relativo alla posa della condotta nella sua interezza è da considerarsi in pareggio a fronte del modesto ingombro della sezione della tubazione rispetto all'ingente quantità di materiale movimentato ed all'esigenza di mantenere una monta sul tracciato della lavorazione a compenso dei successivi assestamenti del terreno. Il progetto non prevede la necessità di stoccare altrove eccedenze di materiale di risulta degli scavi.

Essa intercetterà, prima dello sbarco alla vasca di Medau Zirimillis, un pozzetto partitore interrato a quota 93,00 m.s.m. circa dal quale si ramificherà una condotta sempre del DN 1000 mm lunga 1.435 m che fiancheggiando a ritroso l'esistente condotta irrigua in c.a.p. DN. 180 cm proveniente dall'invaso, raggiungerà la spalla destra dello sbarramento secondario di Medau Zirimillis percorrendo in corrispondenza del terminale un tratto in galleria di circa 150 m prima del rilascio a lago attraverso un manufatto idraulico dissipativo del carico residuo.

Il tratto di galleria sarà eseguito per mezzo di tecnologia no-dig (microtunneling DN. 2.000 mm) alla quota poco superiore a quella di massimo vaso della diga (144 m.s.m.) e si rende necessario in relazione alla futura connessione idrica a gravità al sistema in progetto della diramazione proveniente dal sistema Flumendosa – Mulargia il cui regime piezometrico non consente margini per il raggiungimento della quota del versante (circa 160 m.s.m.).

Il pozzetto è predisposto per un futuro collegamento con la condotta irrigua dell'invaso.

Tale pozzetto partitore avrà dimensioni interne di circa 6,00 metri per lato e conterrà due valvole a fuso di regolazione della portata ed altrettanti misuratori di portata elettromagnetici sulle due direttrici (vasca di carico ed vaso). Esso sarà elettrificato dalla vicina vasca di carico.

La vasca di Medau Zirimillis

La condotta proveniente dal sollevamento di Cixerri avrà il suo terminale, come visto, nella vasca di carico di Medau Zirimillis. Si tratta di un'opera in c.a. ordinario, completamente interrato, della capienza di 500 mc. Dalla cui quota sarà possibile alimentare, con tale modesta capacità di compenso in grado di assicurare i minimi tempi d'intervento nel caso di disservizi, due distinte linee idriche:

- la condotta DN 1.000 mm che, a gravità, raggiungerà il comprensorio irriguo di Iglesias con consegna alla vasca di Ponte Murtas;
- la condotta DN 1.000 mm che, attraverso un rilancio piezometrico (stazione di sollevamento di Medau Zirimillis) raggiungerà la seconda vasca di carico in regione Campanasissa da dove inizierà la discesa, a gravità, verso la consegna finale di Monte Pranu.

La linea idrica a servizio dell'Iglesiente

Dalla vasca di carico di Medau Zirimillis posta a quota 161,00 m.s.m. si estenderà una condotta DN 1.000 mm della lunghezza di quasi 22.000 metri che raggiungerà il serbatoio irriguo di Ponte Murtas, nelle immediate vicinanze dell'abitato di Iglesias, posto ad un'altitudine di 140,00 m.s.m. circa. Il tracciato, superato lo sperone roccioso del castello di Acquafredda con un sostanziale parallelismo alla S.S. 293, seguirà la valle del fiume Cixerri in affiancamento alla S.S. 2, risalendola fino all'abitato di Villamassargia senza incontrare asperità di sorta. Il tratto tra l'abitato di Villamassargia e la destinazione di ponte Murtas (circa 5.200 m) interesserà l'attraversamento subalveo del Cixerri laddove, per una lunga tratta, si prevede di assistere le operazioni di scavo con sistemi di aggettamento di tipo well-point.

Il cantiere di posa della condotta lungo la valle del Cixerri sarà caratterizzato da geometrie ed occupazioni di suolo quali quelle rappresentate nello schema "SEZIONE A – POSA CONDOTTA" dello specifico elaborato Tipologie d'intervento e loro quantificazione economica parametrica con brevi tratti di affioramenti rocciosi laddove le sezioni di scavo ripercorreranno l'organizzazione cantieristica delle tipologie B e C.

L'impianto di sollevamento di Medau Zirimillis

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.

La linea idrica a servizio del Sulcis – Tratto dal sollevamento di Medau Zirimillis alla vasca di Campanasissa

Dall'impianto di sollevamento di Medau Zirimillis la condotta proseguirà verso ovest ripassando a fianco della vasca di carico e quindi ridiscendere fino a fiancheggiare il rilevato di ritenuta in terra dello sbarramento laterale

di Medau Zirimillis per poi proseguire nella stretta piana del torrente a monte del bacino d'invaso.

Si tratta di una condotta in acciaio del DN. 1.000 mm (e spessore 10 mm) lunga 8.433 m nella sua estensione fino alla vasca di Campanasissa.

Dopo circa 1.500 metri, allorché il tracciato inizia a diventare troppo acclive, la condotta che aveva un andamento sud-ovest piega maggiormente verso ovest per guadagnare, attraverso un percorso a sali scendi piuttosto impervi, il sedime della strada statale 293 detta della Giba fino alla vicina vasca di Campanasissa. Si tratta di un percorso che si svilupperà prevalentemente in ambienti rocciosi misti laddove sarà necessario, a tratte, ricorrere ad un'organizzazione di cantiere come da schema "SEZIONE P – POSA CONDOTTA" dello specifico elaborato "Tipologie d'intervento e loro quantificazione economica parametrica"

La vasca di Campanasissa, ubicata a quota 310 m.s.m., costituisce il punto più alto del tracciato, lo spartiacque verso la discesa a Monte Pranu. Essa ricalca in tutto e per tutto la vasca di carico di Medau Zirimillis trattandosi di una struttura in c.a. completamente interrata in grado di accumulare fino a 500 mc. Di acqua. Al suo interno, come nella precedente, risultano presenti unicamente organi idraulici di sezionamento e monitoraggio della portata.

Il nodo di Bau Pressiu

Dalla vasca di Campanasissa l'interconnessione idrica dei sistemi d'accumulo procede senza più bisogno di sollevamenti.

Il notevole dislivello, a scendere, consente la riduzione del diametro della tubazione da 1.000 mm a 800 mm, senza incorrere in perdite di carico eccessivamente penalizzanti o raggiungere valori di velocità del fluido non consoni.

Dopo circa 2.200 metri dalla vasca di Campanasissa la condotta raggiunge il lago di Bau Pressiu avendo percorso la pista forestale presente in destra al tracciato della S.S. 293.

In corrispondenza dell'immissario alla quota di 263 m.s.m. circa è stata prevista l'ubicazione di un secondo pozzetto partitore, denominato H. Tale pozzetto consente, attraverso l'azionamento di valvole a farfalla, di restituire parte o tutta la portata al lago di Bau Pressiu, alimentare direttamente l'esistente acquedotto che scorre parallelamente, proseguire il trasferimento idrico verso l'invaso di Monte Pranu.

La restituzione idrica al lago di Bau Pressiu, prima del suo recapito, offre la possibilità dello sfruttamento idroelettrico del salto geodetico esistente tra la vasca di Campanasissa e l'invaso (circa 60 m.). Tale centrale sarà realizzata alla quota di 255,75 m.s.m., appena al di sopra della quota di massimo invaso della diga di Bau Pressiu. Le caratteristiche di questo sistema idraulico consentiranno l'installazione di una turbina di tipo Francis da 300 kW che, con portata variabile in funzione delle scelte gestionali, potrà turbinare fino a 16.000.000 mc all'anno.

L'edificio centrale, di modeste proporzioni, e tipologicamente edificato a somiglianza degli edifici rurali della zona, risulterà poco visibile stante la sua ubicazione infossata in adiacenza al vecchio sedime stradale della S.S. 293 allorché la diga di Bau Pressiu non era ancora stata realizzata.

La tipologia di turbina consente il mantenimento di un carico piezometrico residuo a valle tale da poter turbinare anche la quota parte di portata da trasferire direttamente al potabilizzatore di Bau Pressiu la cui condotta transita ad una quota più elevata di alcuni metri.

Dal partitore H vi è la possibilità di procedere verso la destinazione di Monte Pranu. La condotta continua lungo la pista forestale esistente sul lato destro della strada statale 293 fino ad un centinaio di metri prima della casa di guardia per poi deviare lungo una vallecchia presente in destra orografica. Questo tracciato, superando il piccolo colle posto a quota 295 m.s.m., consente di aggirare

l'impervio sperone roccioso di imposta della spalla destra della diga di Bau Pressiu e quindi ridiscendere fino ad intercettare nuovamente la S.S. 293 circa 120 metri a valle del coronamento diga sfruttando, quale tracciato, il piccolo impluvio esistente.

Il sottopasso della strada statale avverrà mediante tecnologia no-dig (presumibilmente con semplice spingitubo) sfruttando l'elevato rilevato presente in sponda sinistra della profonda incisione prodotta dall'impluvio seguito nell'attraversamento della strada, ricollegandosi poi subito a valle al tracciato già seguito dall'attuale condotta di alimentazione del potabilizzatore discendendo l'esistente rampa verso l'alveo del rio Mannu.

Superato il potabilizzatore di Bau Pressiu la condotta continua il suo tracciato parallelo alla S.S. 293 fino ad intercettare il pozzo intermedio della galleria di derivazione dall'invaso.

Tale galleria è sottesa alla nuova opera di presa che il progetto prevede dalla sponda occidentale del lago. Si tratta di un edificio a pozzo a sezione quadrata di 6,5 metri di lato dell'altezza di 18,50 m che consentirà di derivare finché la quota dell'invaso si mantiene al di sopra di 237,00 m.s.m. La captazione dell'edificio, a sua volta, raggiunge il fondo lago per mezzo di una condotta in acciaio DN 1.000 mm che dovrà, inevitabilmente, essere posata allorché le condizioni di livello del lago o consentiranno.

Tale opera di presa risulta dimensionata per derivare fino a 1.000 l/s ed è sezionata per mezzo di una doppia valvola a farfalla. E' presente un misuratore di portata elettromagnetico.

L'edificio è interamente ispezionabile per mezzo di una scala metallica che consente di raggiungere il livello più basso ed è dotato di un carroponete per l'elevazione delle apparecchiature in caso di manutenzione.

L'uscita della condotta di presa DN 1.000 mm avverrà attraverso una galleria realizzata con tecnologia di scavo no-dig. Si tratta di una terebrazione del diametro di 2.000 mm che ospiterà la condotta idrica in acciaio della lunghezza di circa 560 m, suddivisa in due tratte più o meno della stessa lunghezza. L'escavazione effettuata mediante apparecchiatura per microtunneling produrrà uno smarino di buona qualità che sarà riutilizzato per il rinterro e mascheramento della torre di presa nella porzione di edificio soggetto alle escursioni del livello d'invaso.

Il pozzo intermedio del tratto di condotta in galleria ospiterà la connessione con il ramo DN 800 mm proveniente direttamente da Campanasissa e l'idrovalvola di regolazione della pressione per consentire la confluenza delle due portate. Il pozzo contiene anche i sezionamenti per le esclusioni o parzializzazioni delle tratte confluenti.

Il nodo di Monte Pranu

Dall'uscita del tratto di galleria la condotta DN 1.000 mm prosegue lungo la piana del rio Mannu fino alla diga di Monte Pranu con uno sviluppo di 21.724 metri. Si tratta di un tracciato in terreno prevalentemente sciolto in ambiti lavorativi abbastanza agevoli.

Lungo il tracciato in avvicinamento all'invaso di Monte Pranu sono previsti n° 3 manufatti di derivazione in pressione per l'alimentazione irrigua di soccorso dei comprensori agricoli presenti nei territori di Narcao, Nuxis e Villaperuccia. Si tratta di derivazioni aeree recintate complete di apparecchiature idrauliche destinate alla regolazione e controllo della pressione e della portata erogata previa raccolta delle impurità in un apposito filtro a Y.

Il nodo idraulico di Monte Pranu si presenta articolato in più opzioni stante la sua funzione particolare. Esso, infatti, assolverà sia alle funzioni idrauliche proprie del trasferimento idrico tra i sub-sistemi idrici multisettoriali Tirso-Flumendosa-Campidano e Sulcis-Iglesiente che a quelle necessarie all'integrazione delle funzioni di valorizzazione energetica di tale trasferimento idrico.

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.

La centrale, come accennato, 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 Sergiu, 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.

La condotta in discesa da Bau Pressiu prosegue, dopo la centrale, con lo stesso diametro e con un carico residuo sufficiente a raggiungere la quota di massimo invaso di Monte Pranu. Prima, però, di raggiungere la diga in questione sarà organizzato un manufatto di derivazione (manufatto A) costituito da un pozzetto interrato di dimensioni 8,50 x 7,50 m., distinto in due vani, contenente le apparecchiature idrauliche di sezionamento, regolazione e misurazione per l'allaccio diretto delle linee esistenti di trasferimento idrico ai citati comprensori irrigui di Tratalias, San Giovanni Sergiu, Giba e Masainas. Evidentemente, si tratta di un'opzione gestionale che consente, bypassando le turbine in precedenza citate, di mantenere il carico idraulico necessario senza passare attraverso l'accumulo nell'invaso di Monte Pranu ed il successivo sollevamento meccanico assicurato

dall'esistente centrale.

Procedendo verso la diga la condotta usufruirà del vano scatolare in c.a. costituito dal vecchio canale di distribuzione a cielo libero, ormai inutilizzato, per raggiungerne il paramento di valle, sottopassando l'attuale centrale di sollevamento. L'immissione nell'invaso avverrà sfruttando in senso contrario le due attuali tubazioni di derivazione DN 1000 mm dell'opera di presa, collegandosi a quest'ultime immediatamente all'esterno dell'edificio di derivazione delle quattro condotte irrigue in pressione, sfruttando i due raccordi flangiati esistenti.

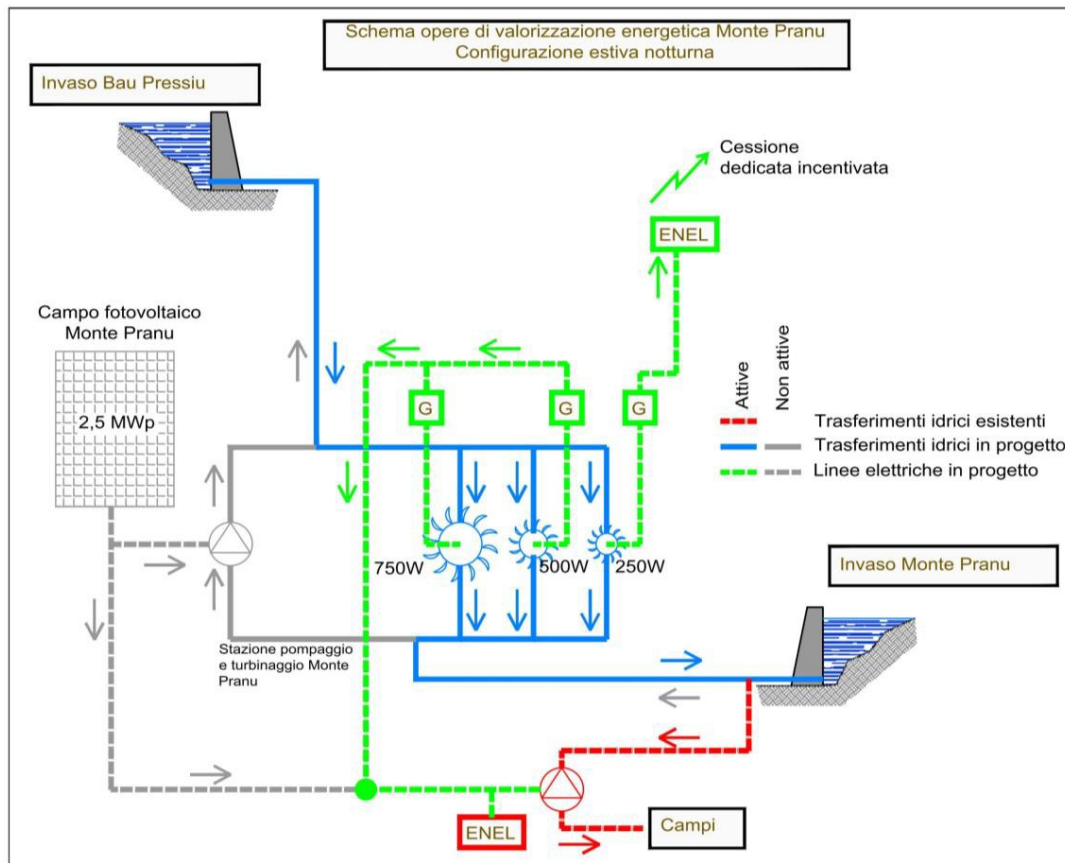
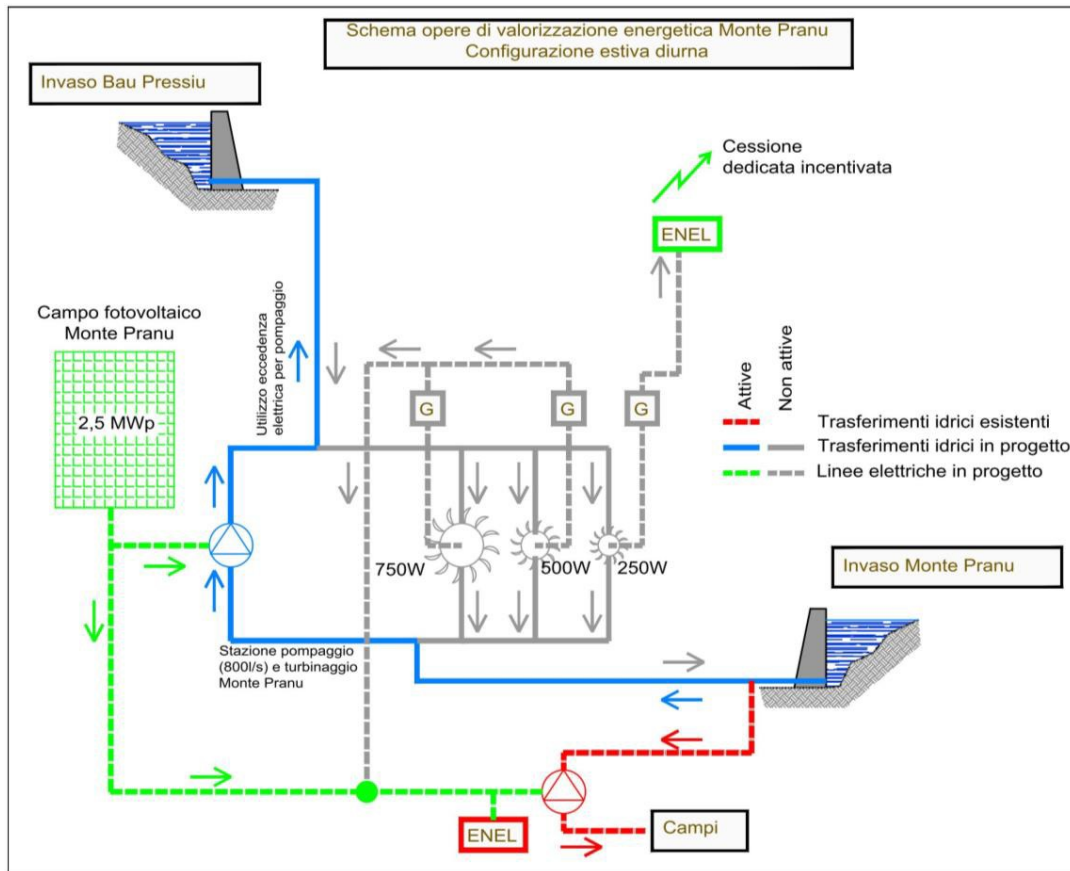
Rinviamo alla più dettagliata analisi contenuta nella prima parte della presente relazione, le opere di valorizzazione energetica del trasferimento idrico tra i sub-sistemi idrici multisettoriali Tirso-Flumendosa- Campidano e Sulcis-Iglesiente sono, come accennato, costituita da:

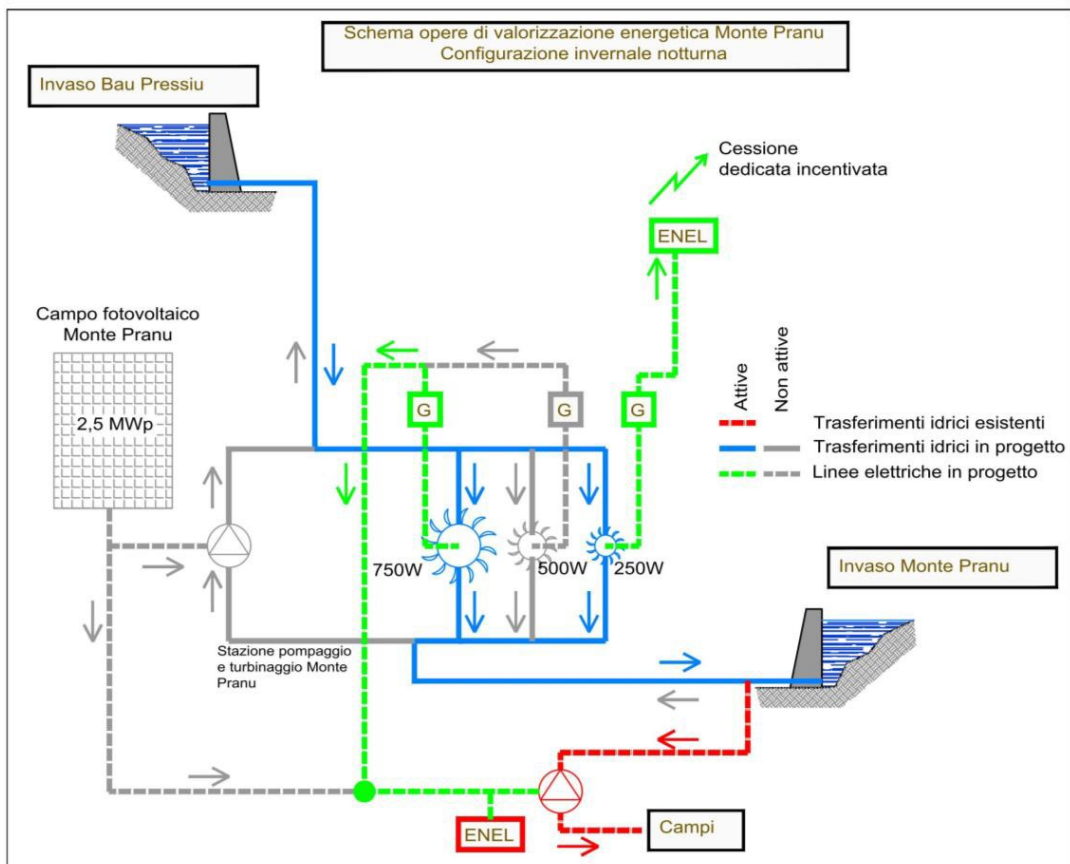
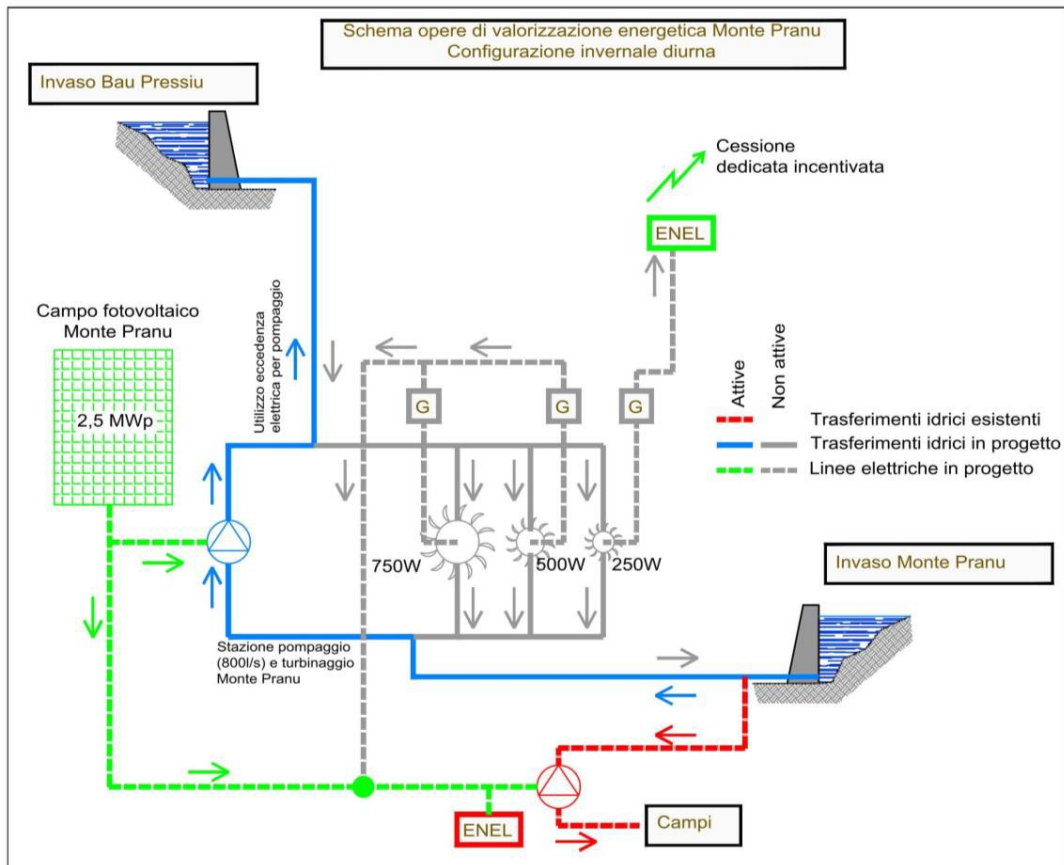
- un parco fotovoltaico da 2.500 kWp in grado di produrre circa 3.746 MWh all'anno. Esso sarà posizionato nella piana immediatamente a valle dell'esistente centrale di pompaggio e si svilupperà su una superficie di circa 7,5 ha. I pannelli saranno organizzati in due distinte linee di produzione fotovoltaica, la cui impiantistica di trasformazione sarà ubicata all'interno della centrale di turbinaggio/sollevamento;
- 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 risollevarmento dei volumi idrici necessari con la dovuta modularità.

Per semplicità di lettura si riporta di seguito lo schema funzionale nelle diverse configurazioni di esercizio.





Questa disposizione impiantistica, sostenuta da un bilancio d'investimento ampiamente positivo, offre la possibilità di sfruttare il potenziale energetico, altrimenti perso, delle infrastrutture di collegamento idrico tra i sub-sistemi multisettoriali Tirso-Flumendosa-Campidano e Sulcis-Iglesiente nella misura di seguito riassunta.

BILANCIO DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL TRASFERIMENTO IDRICO				
<i>ALTERNATIVA</i>	<i>IDROELTTRICO</i>	<i>PRODUZIONE</i>	<i>IDROELTTRICO</i>	<i>TOTALE</i>
	<i>BAU PRESSIU</i>	<i>FOTOVOLTAICA</i>	<i>M. PRANU</i>	
	<i>(MWh)</i>	<i>(MWh)</i>	<i>(MWh)</i>	
A.1.1	1.444,39	3.746,00	4.169,97	9.360,36
A.1.2	-	-	-	-
A.2	-	-	-	-
B.1	-	-	-	-
B.2	-	-	-	-
A1.2 + B1 rid.	-	-	-	-

In allegato alla presente relazione vengono riportati i grafici riassuntivi del funzionamento del sistema suddiviso nelle varie tratte

Gli elementi identificativi, descrittivi, di localizzazione e contestualizzazione del cantiere, sopra riportati e tratti dalla Relazione del progetto preliminare, adempiono a tali scopi unitamente alle cartografie / planimetrie cosiddette d'insieme che compongono questa prima fase progettuale. Ulteriori dettagli descrittivi, utili a fornire elementi per la stesura del piano di sicurezza, saranno dedotti ed analizzati nei livelli successivi di progettazione, anche perché normalmente variano le caratteristiche di dettaglio influenti sulla organizzazione del cantiere e sulla conduzione dello stesso in sicurezza.

Soprattutto gli elaborati grafici, normalmente più completi nel progetto definitivo, aiutano a comprendere le parti descritte nelle relazioni per estrarne gli elementi essenziali utili alla stesura del piano di sicurezza.

Quindi oltre a quanto fin qui relazionato si procederà alle doverose integrazioni e completamenti, se non modifiche, nella relazione di approfondimento delle prime indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza propria della progettazione definitiva.

3.1 L'organizzazione dei lavori

Il progetto del cantiere e quindi la sua organizzazione sono sempre stati demandati alle capacità gestionali dell'Impresa appaltatrice dei lavori. Con la nuova normativa tale adempimento è delegato al Coordinatore per la sicurezza che dovrà organizzare i lavori con lo scopo fondamentale di produrre un bene, ma salvaguardando al tempo stesso la sicurezza e la salute dei lavoratori.

Preliminarmente all'organizzazione dei lavori è necessario procedere alla individuazione, analisi e valutazione dei rischi. Strettamente legata a scelte esecutive proprie di fasi progettuali di approfondimento.

Ciò non toglie che in linea generale questa analisi possa e debba essere sinteticamente delineata, anche a vantaggio dei successivi approfondimenti del progetto della sicurezza.

Tipicamente saranno approfonditi i rischi derivanti da:

- ambienti confinati (quali ad esempio le vasche di accumulo idrico, i tetti e lastrici solari senza accesso fisso, gli scavi aperti, ponteggi e piattaforme provvisori, etc.). Una preliminare analisi di questo rischio con riferimento all'area, all'organizzazione ed alle lavorazioni interferenti, seppur in assenza di elementi, geometrie e scelte esecutive di successivo approfondimento progettuale, può condurre ad analizzare cadute dall'alto, necessità di vie di fuga verso l'alto per locali interrati, vie di fuga verso il basso in caso di isolamento in quota, incendio, allagamento o saturazioni di gas in ambiente chiuso. Analisi comunque che non potendo essere considerate esaustive verranno integrate ed approfondite parallelamente all'avanzamento progettuale.

Per quanto riguarda la valutazione del rischio, tenuto conto della analisi predetta, considerando una scala valutativa SCARSO – MEDIO – ALTO, sicuramente il rischio è ALTO ed in sede di approfondimento del progetto della sicurezza saranno dettagliati i provvedimenti sopra elencati ed attenuativi del rischio.

- rischio rumore (soprattutto derivante da uso di macchinari d'impresa per scavi e demolizioni rocce da scavo, opere elettromeccaniche per pompaggi e turbine idrauliche, etc). Richiamato quanto già argomentato nel punto precedente, una preliminare analisi riguarda fondamentalmente rischi sanitari del personale coinvolto in specifiche lavorazioni che prevedano l'uso di macchinari operativi (escavatori muniti di martellone, battipali, martelli demolitori, etc.) o macchinari funzionali (turbine produzione elettrica, pompe di rilancio idrico, etc). In entrambi i casi la normativa che prevede l'uso di macchinari ed attrezzature certificati aiuta a prevenire l'eventuale danno all'udito e senz'altro la misurazione della rumorosità nei diversi ambienti di utilizzo sarà confrontata con turnazione lavoro / riposo.

Per quanto riguarda la valutazione del rischio, tenuto conto della analisi predetta, il rischio è considerabile MEDIO anche in funzione della disponibilità di D.P.I specialistici ed in sede di approfondimento del progetto della sicurezza saranno previsti provvedimenti attenuativi del rischio.

- rischio vibrazione (come sopra). Le analisi e valutazioni sono simili a quelle del punto precedente (rischio rumore). L'analisi prende in considerazione le caratteristiche certificate dai costruttori delle macchine ed attrezzature che devono essere incrociate con le risultanze delle abilitazioni sanitarie dei lavoratori. Dovrà essere analizzato con attenzione 'l'intorno infrastrutturale' che può subire danni non evidenti e creare situazioni di rischio indiretto.

Il rischio è valutabile MEDIO anche in funzione della disponibilità di D.P.I specialistici ed in sede di approfondimento del progetto della sicurezza saranno previsti provvedimenti attenuativi del rischio.

- rischio chimico (per tutti i prodotti di miscelazione cementizia, asfaltatura, verniciature, oli nuovi ed esausti di macchinari d'impresa ed impianti, etc.). L'analisi oltre ai lavoratori coinvolge gli aspetti di inquinamento ambientale. In entrambi i casi l'analisi delle procedure di prelievo, utilizzo, restituzione dei prodotti sono la prevenzione più efficace. Inoltre i prodotti già individuati (in maniera non esaustiva) sono oggetto di ricerca tecnologica che li rende sempre meno aggressivi nei confronti dei lavoratori e sono corredati di istruzioni mediche in caso di necessità. Ed anche per il rischio chimico i D.P.I. sono sempre più specialistici e di semplice utilizzo e manutenzione. L'analisi nei confronti del rischio ambientale porta ad individuare principalmente prevenzioni di tipo procedurale ed in extremis all'utilizzo di prodotti di assorbimento spesso già indicati sulle istruzioni d'uso o comunque di corretta pratica ambientale.

Il rischio è valutabile MEDIO anche in funzione della disponibilità di D.P.I specialistici ed in sede di approfondimento del progetto della sicurezza saranno previsti provvedimenti attenuativi del rischio.

- rischio cancerogeno e mutageno (dovranno essere prese in seria considerazione le risultanze dello Studio di Impatto Ambientale per le valutazioni ed analisi di aree in zone amiantifere, aree in zone residuali di miniere / discariche di materiali pesanti, etc.). Il S.I.A. non evidenzia aree di rischio da attenzionare particolarmente ma solamente la presenza di alcune cave dismesse da molto tempo che potrebbero aver rilasciato piccole quantità di materiali pericolosi, se manipolati. Alcune prime analisi sono già state fatte ed i risultati fascicolati nel progetto ed i risultati sono tranquillizzanti. Ulteriori analisi saranno effettuate per dare riscontro a fasi progettuali successive. Fermo restando che, a seconda degli esiti delle analisi, gli inerti di risulta verranno prelevati, trasportati, scaricati e soprattutto destinati a discarica in stretta osservanza non solo del D.Lgs. 81/08 ma anche delle severe normative in materia ambientale.

- rischio fulminazione (oltre a zone mappate con linee elettriche, rischio scariche elettriche atmosferiche e soprattutto durante le fasi di costruzione e prova installazioni impianti di produzione ed accumulo elettrico, etc.). L'analisi dei rischi esterni al cantiere sarà focalizzata sulle mappature delle linee elettriche che forniranno gli Enti gestori delle stesse. I rischi elettrici propri di realizzazione saranno attenuati con evidenziazione specifica degli interventi e obbligo di impiego di mano d'opera specializzata e adeguatamente formata.

Il rischio è valutabile MEDIO anche in funzione della formazione e specializzazione del personale prevista per Legge. Le Normative, bibliografia e statistica oltre all'osservanza di procedura di intervento ed alla disponibilità di D.P.I specialistici confortano sulla valutazione e riduzione del rischio. In sede di approfondimento del progetto della sicurezza saranno indicati più puntualmente gli interventi soggetti a rischio elettrico.

- verifica bellica (D.Lgs. 81/2008, C.N.I. 2017 - Linee guida per la valutazione del rischio da ordigni bellici inesplosi, L. 177/2012, D.lgs. 20/2012). Per quanto riguarda i costi già stimati, in assenza cronica di dati ufficiali che competono al 5° reparto Infrastrutture di Padova dei Comandi Militari Territoriali, si è proceduto ad una preliminare ricerca storico / bibliografia, che applicata alla tipica formula dell'indice di Rischio Esplosione adottando parametri comunque discrezionali dà esito molto inferiore a 10, su una scala ipotetica crescente da 1 a 16, e quindi considerabile a scarso rischio. In considerazione di quanto sopra è stato stimato un costo per la bonifica bellica di € 20.000,00 ed inserito nel quadro di spesa progettuale come si evince dall'elaborato Quadro Economico di Progetto PF 1.5 al quale si rimanda.

- rischio idrologico (principalmente ondate di piena conseguenti ad eventi meteorologici, svasi improvvisi di bacini esistenti ed in particolare le opere che interessano Bau Pressiu verranno svolte a bacino svasato, attraversamenti stradali di aree inondabili, oltre a tutto quanto già indicato nel S.I.A. doc. SI.2.2 allegati cartografici di pericolosità idrogeologica). L'analisi relativa ai rischi sopra individuati (non esaustivi in questa fase progettuale) dell'idrologia concernenti siti o situazioni specifiche porterà a predisporre specifiche procedure di emergenza che per le acque regimate (dighe, traverse, etc.) dovranno rifarsi obbligatoriamente ai regolamenti di gestione auto imposti dai gestori stessi delle infrastrutture, dalle Prefetture e dalla Protezione Civile competente. Per acque libere sarà proficuo rifarsi alle procedure previste per il più ampio rischio idrogeologico.

- rischio idrogeologico (terremoti, mareggiate, franamenti, in particolare in presenza di scavi e conseguente anche alla coesione delle diverse tipologie di terreni, già individuato da quanto già indicato nel S.I.A. doc. SI.2.2 allegati cartografici di pericolosità idrogeologica, può essere escluso o tendente a zero per alcune mega criticità quali maremoti non essendoci lavori in aree costiere, terremoti essendo tra le aree meno sismiche risultanti dalle carte geologiche Nazionali. L'analisi delle documentazioni 'in progress' dello Studio di Impatto Ambientale aiuta a formulare alcune preliminari indicazioni per la redazione di procedure di emergenza che hanno per oggetto principalmente il rischio idrogeologico. L'attenuazione di questo rischio a scala territoriale è attivata soprattutto dalla attenzione alle previsioni metereologiche; infatti i rischi di alluvioni, esondazioni, smottamenti, frane, etc. sono preponderantemente innescati da piogge straordinarie per intensità e/o durata e secondariamente (specialmente frane, smottamenti, distacchi isolati) da vibrazioni per lavorazioni e transito veicoli pesanti.

Possiamo valutare i relativi rischi a livello MEDIO non tanto per la possibilità, che è bassa, ma per l'alta gravità del danno e la scarsità di validi approntamenti protettivi che possono essere predisposti a fronte invece dell'efficace predisposizione ed osservanza di procedure di emergenza. Queste originano tutte dalla ricerca / ricezione di bollettini meteo della Protezione Civile, Arpa ed altre fonti pubbliche o private che danno precise ed attendibili previsioni meteo che permetteranno di organizzare l'osservanza delle procedure di emergenza.

L'organizzazione del cantiere, cardine del progetto operativo della realizzazione in sicurezza dell'opera, dovrà analizzare i seguenti aspetti:

- delimitazioni e confini, ovvero adiacenze con vuoti, con zone lavorative, di servizi o di rispetto;*
- accessi del cantiere con riguardo alla predisposizione di percorsi orizzontali e verticali per uomini e mezzi, piste, rampe, passerelle e scale;*
- aree operative, ovvero disponibilità di adeguati spazi per l'esercizio delle attività costruttive;*
- condizioni di movimentazioni dei carichi;*
- ubicazione delle attrezzature fisse per i semilavorati e dei relativi depositi materiali;*
- depositi dei semilavorati;*
- impianti di cantiere;*
- servizi logistici;*
- gestione dell'emergenza.*

3.2 La pianificazione dei lavori

La pianificazione dei lavori costituisce la prima misura di prevenzione dai rischi che qualsiasi attività produttiva richiede. Il cantiere, infatti, necessita di particolare attenzione nei confronti di interferenza tra le varie attività, oltreché di interferenze cantiere-ambiente e viceversa.

Quanto sopra rende utile oltre ad uno schema di previsione e pianificazione delle opere anche della predisposizione di un cronoprogramma – work break situation redatto con lo scopo di consentire la realizzazione dell'opera ed al contempo garantire la sicurezza dei lavoratori.

3.3 Le procedure esecutive

I rischi che possono verificarsi in cantiere sono individuabili in 3 categorie principali:

- *rischi dipendenti da carenze organizzative;*
- *rischi dovuti ad interferenze tra le fasi lavorative, tra di loro e con l'ambiente esterno;*
- *rischi dovuti alla particolare attività lavorativa.*

Ai primi due si risponderà con il progetto di cantiere ed il cronoprogramma. Essi rappresentano infatti la parte dinamica del piano di sicurezza e coordinamento i cui problemi saranno esaminati e risolti caso per caso.

Viceversa, i rischi connessi alla particolare attività lavorativa, costituiscono la parte statica del piano in quanto le procedure esecutive richieste sono abbastanza simili in ogni cantiere tanto che sono reperibili in letteratura numerose banche dati che per ogni fase lavorativa elencano le attrezzature utilizzate, i rischi specifici, le misure legislative e tecniche da adottare.

Nonostante ciò, per certi tipi di lavorazioni, il cui livello di rischi riscontrato dipenda principalmente da fattori connessi con il tipo di cantiere o di condizioni al contorno, si effettueranno specifiche analisi di rischio.

4. PRELIMINARI RIFERIMENTI PROGETTUALI

La descrizione puntuale delle caratteristiche dell'opera viene rinviata agli elaborati costituenti il progetto quali la relazione illustrativa, la relazione tecnica generale e gli altri elaborati progettuali.

Il progetto della sicurezza è orientato a calare il più possibile gli aspetti della operatività in sicurezza fin qui analizzati nella realtà oggettiva dell'opera e del suo contesto ambientale.

Si valuteranno approfondimenti: il contesto urbano o agricolo in cui si realizzerà l'opera; la presenza di servizi o sottoservizi inquadrati sia dal punto di vista del beneficio che possono portare al cantiere e al suo campo base sia dal punto di vista della pericolosità dell'intercettazione di cavi aerei o sotterranei; la pericolosità e interferenza degli eventi meteorologici sul cantiere; l'accessibilità e piazzole e spazi di manovra o incrocio indirizzando quindi, l'evoluzione progettuale in relazione al territorio ed alla sua modificazione.

Principali previsioni di misure atte ad evitare effetti negativi del cantiere sull'ambiente, sul paesaggio e sul patrimonio storico artistico ed archeologico, da dettagliare nelle fasi successive di progettazione della sicurezza, riguardano:

- la viabilità esistente e nuova (brevi piste di accesso e raccordo delle aree di cantiere con la viabilità esistente) sono già individuate negli elaborati progettuali. Le Leggi e norme stradali esistenti aiutano la progettazione della sicurezza in quanto già prevedono la maggior parte dei provvedimenti da prendere. Sarà comunque proficuo ribadire gli adempimenti di Legge (segnaletica orizzontale e verticale specifica

per i cantieri) rappresentandoli graficamente nei casi di interferenza che si presentano lungo lo sviluppo stradale.

- Gli inquinamenti del suolo, acustici, idrici ed atmosferici sono principalmente conseguenti a mezzi meccanici ed a stoccaggio di prodotti e carburanti. Molto più limitatamente conseguenti al trasporto di materie più o meno inquinate in quanto le analisi dei materiali di scavo saranno preventivamente eseguite (parzialmente alcuni risultati sono già eseguiti e noti in questa fase progettuale) e quindi i provvedimenti di salute e sicurezza ai quali sottoporre la manipolazione degli inerti noti e tabellati. Invece per quanto riguarda le perdite da mezzi meccanici, cisterne, serbatoi, etc., ancora aiutano le Norme vigenti che prevedono l'uso di mezzi omologati CE e regolarmente sottoposti a revisione, sotto vasche di contenimento pari ai volume contenuti e vari altri accorgimenti il cui dettaglio non è il caso di proporre in questa sede.
- La localizzazione di cave dismesse, attive o da attivare è molto ben evidenziata sugli elaborati di SIA come pure i pochi ripristini ambientali finali. Non ci sono risultanze che richiedano interventi specifici in materia di sicurezza e salute del lavoro.
- Gli interventi di conservazione e restauro del patrimonio di interesse artistico e storico, ove noti e/o prevedibili sono stati oggetto di modifiche progettuali quali ad esempio lo spostamento del parco fotovoltaico che interferiva con reperti Nuragici o di evidenziazione progettuale nel caso di aree cosiddette a rischio archeologico, per la maggior parte note.

5. DISPOSTI NORMATIVI

Alla luce di quanto sopra esposto, per quanto attiene le opere da realizzare, nella redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, si farà riferimento a quanto esplicitato dall'art.100 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., ed in particolare:

- a) modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- b) protezioni o misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall'ambiente esterno;
- c) servizi igienico - assistenziali;
- d) protezioni o misure di sicurezza connesse alla presenza nell'area del cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;
- e) viabilità principale di cantiere;
- f) impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- g) impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- h) misure generali di protezione contro il rischio di seppellimento da adottare negli scavi;
- i) misure generali da adottare contro il rischio di annegamento;
- j) misure generali di protezione da adottare contro il rischio di caduta dall'alto;
- k) misure per assicurare la salubrità dell'aria nei lavori in galleria;
- l) misure per assicurare la stabilità delle pareti e della volta nei lavori in galleria;
- m) misure generali di sicurezza da adottare nel caso di estese demolizioni o manutenzioni, ove le modalità

tecniche di attuazione siano definite in fase di progetto;

- n) misure di sicurezza contro i possibili rischi di incendio o esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere;
- o) valutazione, in relazione alla tipologia dei lavori, delle spese prevedibili per l'attuazione dei singoli elementi del piano;
- p) misure generali di protezione da adottare contro gli sbalzi eccessivi di temperatura.

6. PREVISIONI DEI COSTI DELLA SICUREZZA

Si rende necessario infine fare una stima preliminare dei costi, da non sottoporre a ribasso, per l'attuazione delle attività provvisoriale e di sicurezza da considerare nei preventivi di spesa. Detta stima è provvisoria e soggetta a possibili variazioni in quanto redatta senza conoscere gli aspetti di dettaglio della successiva fase di progettazione esecutiva, la cui valutazione conseguentemente, può comportare considerevoli variazioni nel tipo di approntamenti della sicurezza ed ai loro costi.

I costi della sicurezza così individuati, ai sensi *dell'allegato XV comma 4 del D.Lgs 81/2008*, sono compresi nell'importo totale dei lavori, ed individuano la parte del costo dell'opera da non assoggettare a ribasso nelle offerte delle imprese esecutrici.

Per la stima dei costi della sicurezza relativi a lavori che si rendessero necessari a causa di varianti in corso d'opera previste dall'art. 106 del D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 implementato e coordinato con il D.Lgs. 19 aprile 2017, n. 56, o dovuti alle variazioni previste dagli articoli 1659, 1660, 1661 e 1664, secondo comma, del codice civile, si applicano le disposizioni contenute al punto *4.1.5 dell'allegato XV* di cui sopra.

I costi della sicurezza così individuati, sono compresi nell'importo totale della variante, ed individuano la parte del costo dell'opera da non assoggettare a ribasso.

Ai sensi della *Determinazione n° 4/2006 del 26/07/2006 Aut. Vig. LL.PP.*, per quanto concerne i contenuti delle singole voci di prezziario Regione Sardegna D.G.R. 19/39 del 17/04/2018, si precisa che i valori di prezzo rappresentano la somma delle componenti relative a materiali, manodopera, noli, trasporti, previsti dalla normativa vigente necessari per la realizzazione delle quantità unitarie di ogni voce, nonché alle relative incidenze per spese generali dell'Impresa, pari al 15 % per "spese generali di impresa", , comprensivi di tutto quanto necessario per l'esecuzione della singola lavorazione in sicurezza (costi cosiddetti "ex lege", rappresentativi cioè dei soli "rischi propri" dell'appaltatore, in quanto insiti in ciascuna lavorazione attuata, ai sensi della normativa vigente D.Lgs. 81/08, aggiornamento D.Lgs 3 agosto 2009 n. 106).

Alla luce della normativa vigente, i costi relativi alla sicurezza, nell'ambito di un contratto pubblico, si distinguono in:

- 1) costi della sicurezza necessari per l'eliminazione dei rischi da interferenze, (cosiddetti CSC - Costi della Sicurezza Contrattuali) che derivano dalla stima effettuata nel piano di sicurezza e coordinamento (PSC) ai sensi dell'art. 100 del D.lgs. 81/08, aggiornamento D.Lgs. 3 agosto 2009 n. 106;
- 2) costi della sicurezza afferenti all'esercizio dell'attività svolta da ciascuna impresa (rischi specifici

propri dell'appaltatore; "ex lege"): D.P.I., sorveglianza sanitaria, formazione dei lavoratori ecc., contenuti nella quota percentuale prevista nel regolamento attuativo dei contratti pubblici attualmente Art. 32 del D.P.R. 207-2010 (ex art. 34, d.P.R. n. 554/1999, art. 5, comma 1, d.m. ll.pp. n.145/2000).

Solo per i primi si è tenuti ad effettuare una stima e ad indicarli nei bandi di gara, procedendo ad una loro quantificazione sulla base delle misure individuate nei documenti di progetto (PSC). Tale stima dovrà peraltro essere congrua, analitica, per singole voci, riferita ad elenchi prezzi standard o specializzati (come previsto nell'allegato XV "contenuti minimi dei P.S.C. nei cantieri temporanei e mobili", ed individuate nel dettaglio nell'allegato XV.1 - "elenco indicativo e non esauriente degli elementi essenziali utili alla definizione dei contenuti del P.S.C." del D.Lgs. 81/08 aggiornamento D.Lgs 3 agosto 2009 n. 106).

Questi costi devono essere tenuti distinti dall'importo soggetto a ribasso d'asta in quanto rappresentano la quota da non assoggettare a ribasso.

In relazione a quanto sopra esposto e a quanto desunto dagli elaborati progettuali i costi della sicurezza, come più avanti quantificati, sono stati stimati utilizzando le voci di Elenco Prezzi Unitari deliberati dai competenti organi, mediante individuazione specifica degli apprestamenti utili ai fini della sicurezza e prevenzione.

Non essendo ancora la progettazione a un grado di dettaglio tale da permettere uno specifico esame delle situazioni lavorative, e quindi i conseguenti provvedimenti inerenti la sicurezza, è stata stimata con *una macro analisi dei rischi per aree di lavoro di cantiere*.

Di seguito viene riportata una preliminare tabella ~~stima~~ relativa alle ipotesi alternative individuate nel progetto, suddivisa per le macro aree di cantiere prese in considerazione.

L'alternativa progettuale A1.1 è stata oggetto di considerazioni che hanno originato la proposta **A1.1.b** e la proposta **A1.1.b 1° lotto funzionale**.

Successivamente si riportano le stime dei costi della sicurezza e le relative percentuali di entrambe le proposte progettuali.

Per ognuno di esse sono state simulate le lavorazioni tipiche e gli impianti necessari alla realizzazione delle relative opere.

DIVERSE IPOTESI DI STUDIO DEL PROGETTO

Alternative Tratte	Alternative A1.1 - portata nominale trasferita 1,00 mc/s		Alternative A1.2 - portata nominale trasferita 1,00 mc/s		Alternative A2 - portata nominale trasferita 2,00 mc/s		Alternative B1 - portata nominale trasferita 1,00 mc/s		Alternative B2 - portata nominale trasferita 2,00 mc/s	
Da Invaso Genna Is Abis a Sollevamento Cixerri	Q max = 1,00 mc/s	Q max = 1,00 mc/s	Q max = 1,00 mc/s	Q max = 1,00 mc/s	Q max = 2,00 mc/s	Q max = 2,00 mc/s	Q max = 1,00 mc/s	Q max = 1,00 mc/s	Q max = 2,00 mc/s	Q max = 2,00 mc/s
Da Sollevamento Cixerri a Partitore Medau Zirimilis	Q max = 1,00 mc/s				Q max = 2,00 mc/s					
Da Sollevamento Cixerri a Vasca di carico Monte Serpixeddu			Q max = 1,00 mc/s							
Da Sollevamento Cixerri a Vasca di carico Medau Becciu							Q max = 1,00 mc/s			
Da Sollevamento Cixerri a Vasca di carico Medau Zirimilis										
Da Sollevamento Cixerri a Vasca di carico Sa Genna De Su Cerbu									Q max = 2,00 mc/s	
Da Partitore Medau Zirimilis a Vasca di carico Medau Zirimilis	Q max = 1,00 mc/s				Q max = 2,00 mc/s					
Da Vasca di carico Medau Becciu a Partitore Villamassargia							Q max = 1,00 mc/s			
Da Vasca di carico Sa Genna De Su Cerbu a Partitore Villamassargia									Q max = 2,00 mc/s	
Da Partitore Villamassargia a Vasca di compenso "Barega"							Q max = 1,00 mc/s	Q max = 2,00 mc/s		
Da Vasca di compenso "Barega" a Diramazione Area industriale Portovesme							Q max = 1,00 mc/s	Q max = 2,00 mc/s		
Da Diramazione Area industriale Portovesme a Area industriale							Q max = 0,20 mc/s	Q max = 0,20 mc/s		
Da Diramazione Area industriale Portovesme a Diramazione Vasca San Giovanni Suergiu							Q max = 0,80 mc/s	Q max = 1,80 mc/s		
Da Partitore Villamassargia a Diramazione Vasca San Giovanni Suergiu										
Da Diramazione Vasca San Giovanni Suergiu a Vasca San Giovanni Suergiu							Q max = 0,40 mc/s	Q max = 0,40 mc/s		
Da Vasca di carico Medau Zirimilis a Sollevamento Medau Zirimilis	Q max = 1,00 mc/s				Q max = 2,00 mc/s					
Da Sollevamento Medau Zirimilis a Vasca Campanasissa	Q max = 1,00 mc/s				Q max = 2,00 mc/s					
Da Vasca Campanasissa a Invaso Bau Pressiu	Q max = 1,00 mc/s									
Da Invaso Bau Pressiu a Partitore Monte Pranu	Q max = 2,00 mc/s									
Da Vasca di carico Monte Serpixeddu a partitore Monte Pranu			Q max = 1,00 mc/s							
Da Diramazione Vasca San Giovanni Suergiu a Partitore Monte Pranu							Q max = 0,40 mc/s	Q max = 1,40 mc/s		
Da Vasca Campanasissa a Partitore Monte Pranu					Q max = 2,00 mc/s					

Stima percentuale dei costi complessivi della sicurezza ipotesi A1.1.b			
	COSTI OPERE	STIMA %	IMPORTO SICUREZZA
OPERE CIVILI	€ 4.630.000,00	1,47%	€ 68.059,79
OPERE IDRAULICHE (manufatti)	€ 2.070.000,00	1,47%	€ 30.428,46
OPERE IDRAULICHE (condotte)	€ 54.158.165,47	3,05%	€ 1.651.824,05
OPERE LINEA "C"	€ 9.730.000,00	2,32%	€ 226.156,34
SOMMA	€ 70.588.165,47	2,80%	€ 1.976.468,63

Stima percentuale dei costi complessivi della sicurezza ipotesi A1.1.b - 1°lotto funzionale			
	COSTI OPERE	STIMA %	IMPORTO SICUREZZA
OPERE CIVILI	€ 4.330.000,00	1,47%	€ 63.649,87
OPERE IDRAULICHE (manufatti)	€ 2.070.000,00	1,47%	€ 30.428,46
OPERE IDRAULICHE (condotte)	€ 35.944.702,78	3,04%	€ 1.091.573,35
SOMMA	€ 42.344.702,78	2,80%	€ 1.185.651,68

DESCRIZIONE	QUANTITA'	U.M.	Prezzo [€]	Totale linea A [€]	Totale linea C [€]
ALLACCIO E PARTITORE A MONTE SOLLEVAMENTO CIXERRI	1	cad	100000	100.000,00	-
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO CIXERRI OPERE CIVILI Hmax = 150 m Qmax = 1mc/s P = 1,9MW	900	mq	850	765.000,00	-
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO CIXERRI OPERE ELETTRMECCANICHE	1	cad	580000	580.000,00	-
Cabina fornitura, trasformazione e consegna+gruppo elettrogeno d'emergenza da 500 kW	1	cad	250000	250.000,00	-
PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS	1	cad	150000	150.000,00	-
VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS	1000	mc	300	300.000,00	-
MANUFATTO RILASCIO INVASO MEDAU ZIRIMILIS	1	cad	100000	100.000,00	-
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO MEDAU ZIRIMILIS OPERE CIVILI Hmax = 155 m Qmax = 1 mc/s (funz. ord.)	900	mq	850	765.000,00	-
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO MEDAU ZIRIMILIS OPERE ELETTRMECCANICHE Hmax = 155 m Qmax = 1 mc/s (funz. ord.)	1	cad	590000	590.000,00	-
Cabina fornitura, trasformazione e consegna+gruppo elettrogeno d'emergenza da 500 kW	1	cad	250000	250.000,00	-
VASCA DI CARICO CAMPANASSISSA	1000	mc	300	300.000,00	-
MANUFATTO RILASCIO A MONTE INVASO BAU PRESSIU	1	cad	70000	70.000,00	-
ANUFATTO INTEGRAZIONE CONDOTTA CIXERRI-SULCIS BAU-PRESS	1	cad	80000	80.000,00	-
OPERA DI RILASCIO E PRESA BAU PRESSIU	1	cad	1100000	1.100.000,00	-
CENTRALE DI TURBINAGGIO BAU PRESSIU OPERE CIVILI Hmax = 45 m Qmax = 1,0mc/s P = 0,3MW	200	mq	850		170.000,00
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO BAU PRESSIU OPERE ELETTRMECCANICHE Hmax = 45 m Qmax = 1,0mc/s P = 0,3MW	1	cad	240000		240.000,00
PARTITORE MONTE PRANU E STACCHI IRRIGUI	1	cad	700000	700.000,00	-
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO/TURBINAGGIO MONTE PRANU OPERE CIVILI Hmax = 202 m Qmax = 0,8mc/s P = 2,4MW	1200	mq	850		1.020.000,00
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO MONTE PRANU OPERE ELETTRMECCANICHE Hmax = 202 m Qmax = 0,8mc/s P = 2,4MW	1	cad	600000		600.000,00
CENTRALE DI TURBINAGGIO MONTE PRANU OPERE ELETTRMECCANICHE Hmax = 202 m Qmax = 2mc/s P = 1,5MWp	1	cad	3400000		3.400.000,00
Cabina fornitura, trasformazione e consegna+gruppo elettrogeno d'emergenza da 500 kW	1	cad	300000		300.000,00
IMPIANTO FOTOVOLTAICO MONTE PRANU P = 2,5MW	2,5	MWp	1600000		4.000.000,00
PROTEZIONE CATODICA	1	cad	250000	250.000,00	-
TELECONTROLLO	1	cad	150000	150.000,00	-
OPERE DI COLLEGAMENTO ALL'INVASO DI MONTE PRANU	1	cad	200000	200.000,00	-
				6.700.000,00	9.730.000,00

Totale "A" + "C"
€ 16.430.000

STIMA COSTI SICUREZZA OPERE IDRAULICHE (CONDOTTE)

SEZIONE DI SCAVO	Unità misura	Soluzione A1.1_B
TIPO_A (scavo in terreno agrario)	m	€ 15.657.968,13
TIPO_B (scavo con presenza di roccia tenera)	m	€ 7.806.694,20
TIPO_C (scavo con presenza di roccia dura)	m	€ 7.913.613,82
TIPO_H (scavo in terreno agrario con aggettamento)	m	€ 2.106.738,84
TIPO_P su versante (presenza di roccia tenera)	m	€ 637.823,16
TIPO_R su versante (presenza di roccia dura)	m	€ 9.686.872,93
TIPO_N su strada (presenza di roccia dura)	m	€ 0,00
TIPO_S sub-lacuale (presenza di roccia dura)		€ 0,00
TIPO_Q1 (scavo galleria L=580m)	cad	€ 3.558.108,12
TIPO_Q2 (scavo galleria L=970m)	cad	€ 0,00
Sovrapprezzo per smaltimento in discarica speciale con apporto di nuovo materiale delle tratte potenzialmente interessate da contaminazione antropica (5% del volume scavato)	m	€ 607.621,89
Pezzi speciali (curve)	cad	€ 774.112,92
Blocchi ancoraggio curve orizzontali	cad	€ 475.570,42
Blocchi ancoraggio curve verticali	cad	€ 181.434,38
Sfiati	cad	€ 1.038.070,49
Scarichi alta pressione	cad	€ 338.586,60
Scarichi bassa pressione	cad	€ 1.482.883,07
Attraversamenti rii principali	cad	€ 298.890,60
Attraversamenti rii secondari	cad	€ 583.157,90
Attraversamenti strada sterrata	cad	€ 54.001,40
Attraversamenti strada vicinale	cad	€ 195.996,45
Attraversamenti strada asfaltata	cad	€ 143.999,58
Attraversamenti con spingitubo	cad	€ 616.020,57
		€ 54.158.165,47

		%sic	Importo sicurezza
Sola condotta	€ 54.158.165,47	3,05%	€ 1.651.824,05
Opere civili manufatti	€ 4.630.000,00	1,47%	€ 68.059,79
Opere elettromeccaniche manufatti	€ 2.070.000,00	1,47%	€ 30.428,46
Totale importo lavori linea "A"	€ 60.858.165,47		
Totale importo lavori linea "A"	€ 60.858.165,47		
Importo lavori linea "C"	€ 9.730.000,00	2,32%	€ 226.156,34
Importo lavori linee "A"+"C"	€ 70.588.165,47		
Oneri sicurezza linee "A"+"C"	€ 1.976.468,63		€ 1.976.468,63
Costo complessivo con relativi oneri sicurezza	€ 72.564.634,10		

**Stima dei costi della sicurezza ipotesi A1.1.b_1° lotto funzionale
Opere civili - opere idrauliche (manufatti)**

DESCRIZIONE	QUANTITA'	U.M.	Prezzo [€]	Totale linea A [€]
ALLACCIO E PARTITORE A MONTE SOLLEVAMENTO CIXERRI	1	cad	100000	100.000,00
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO CIXERRI OPERE CIVILI Hmax = 150 m Qmax = 1mc/s P = 1,9MW	900	mq	850	765.000,00
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO CIXERRI OPERE Elettromeccaniche Hmax = 150 m Qmax = 1mc/s P = 1,9MW	1	cad	580000	580.000,00
Cabina fornitura, trasformazione e consegna+gruppo elettrogeno d'emergenza da 500 kW	1	cad	250000	250.000,00
PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS	1	cad	150000	150.000,00
MANUFATTO RILASCIO INVASO MEDAU ZIRIMILIS	1	cad	100000	100.000,00
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO MEDAU ZIRIMILIS OPERE CIVILI Hmax = 155 m Qmax = 1 mc/s (funz. ord.)	900	mq	850	765.000,00
CENTRALE DI SOLLEVAMENTO MEDAU ZIRIMILIS OPERE Elettromeccaniche Hmax = 155 m Qmax = 1 mc/s (funz. ord.)	1	cad	590000	590.000,00
Cabina fornitura, trasformazione e consegna+gruppo elettrogeno d'emergenza da 500 kW	1	cad	250000	250.000,00
VASCA DI CARICO CAMPANASSISSA	1000	mc	300	300.000,00
MANUFATTO RILASCIO A MONTE INVASO BAU PRESSIU	1	cad	70000	70.000,00
MANUFATTO INTEGRAZIONE CONDOTTA CIXERRI-SULCIS BAU-PRESSIU	1	cad	80000	80.000,00
OPERA DI RILASCIO E PRESA BAU PRESSIU	1	cad	1100000	1.100.000,00
PARTITORE MONTE PRANU E STACCHI IRRIGUI	1	cad	700000	700.000,00
PROTEZIONE CATODICA	1	cad	250000	250.000,00
TELECONTROLLO	1	cad	150000	150.000,00
OPERE DI COLLEGAMENTO ALL'INVASO DI MONTE PRANU	1	cad	200000	200.000,00
				6.400.000,00

Totale "A"	€ 6.400.000
-------------------	--------------------

**Stima dei costi della sicurezza ipotesi A1.1.b_1° lotto funzionale
Opere idrauliche (condotte)**

SEZIONE DI SCAVO	Unità misura	Soluzione A1.1_B_1°lotto
TIPO_A (scavo in terreno agrario)	m	€ 7.655.588,77
TIPO_B (scavo con presenza di roccia tenera)	m	€ 6.035.874,60
TIPO_C (scavo con presenza di roccia dura)	m	€ 6.009.506,29
TIPO_H (scavo in terreno agrario con aggettamento)	m	€ 2.106.738,84
TIPO_P su versante (presenza di roccia tenera)	m	€ 637.823,16
TIPO_R su versante (presenza di roccia dura)	m	€ 6.177.303,26
TIPO_N su strada (presenza di roccia dura)	m	€ 0,00
TIPO_S sub-lacuale (presenza di roccia dura)		€ 0,00
TIPO_Q1 (scavo galleria L=580m)	cad	€ 3.558.108,12
TIPO_Q2 (scavo galleria L=970m)	cad	€ 0,00
Sovrapprezzo per smaltimento in discarica speciale con apporto di nuovo materiale delle tratte potenzialmente interessate da contaminazione antropica (5% del volume scavato)	m	€ 252.618,36
Pezzi speciali (curve)	cad	€ 521.496,92
Blocchi ancoraggio curve orizzontali	cad	€ 274.493,20
Blocchi ancoraggio curve verticali	cad	€ 116.585,81
Sfiati	cad	€ 678.354,53
Scarichi alta pressione	cad	€ 239.480,41
Scarichi bassa pressione	cad	€ 961.689,96
Attraversamenti rii principali	cad	€ 154.709,80
Attraversamenti rii secondari	cad	€ 310.734,40
Attraversamenti strada sterrata	cad	€ 34.158,20
Attraversamenti strada vicinale	cad	€ 151.131,57
Attraversamenti strada asfaltata	cad	€ 68.306,58
Attraversamenti con spingitubo	cad	€ 0,00
		€ 35.944.702,78

%sic Importo sicurezza

Sola condotta	€ 35.944.702,78	3,04%	€ 1.091.573,35
Opere civili manufatti	€ 4.330.000,00	1,47%	€ 63.649,87
Opere elettromeccaniche manufatti	€ 2.070.000,00	1,47%	€ 30.428,46
Totale importo lavori linea "A"	€ 42.344.702,78		
Oneri sicurezza linee "A"	€ 1.185.651,68		€ 1.185.651,68
Costo complessivo con relativi oneri sicurezza	€ 43.530.354,46		