



COMUNE DI AREZZO

(Provincia di Arezzo)



INTERVENTO DI RIASETTO DEL RETICOLO MINORE
 ATTRAVERSO LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CANALE COLLETTORE
 CHE RACCOLGA LE ACQUE PROVENIENTI DALLA COLLINA DI CASTELSECCO
 CIG: Z9830364FB



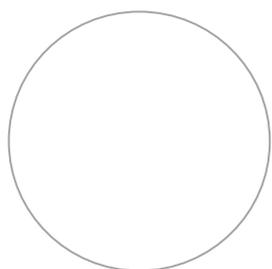
PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato
R-01

RELAZIONE GENERALE

Scala
 -

Revisione:	Nome file:	Data:	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
3 ^a						
2 ^a	R-01.doc	Giugno 2022	Agg. dopo osservazioni espropriandi	Alessandro Berni	Luigi Bigazzi	Remo Chiarini
1 ^a	R-01.doc	Aprile 2022	Agg. dopo osservazioni espropriandi	Alessandro Berni	Luigi Bigazzi	Remo Chiarini
emissione	R-01.doc	28 Sett. 2021		Alessandro Berni	Luigi Bigazzi	Remo Chiarini

<p>Progettisti:</p>  <p>Gruppo di lavoro: Ing. Alessandro Berni, PhD Ing. Luigi Bigazzi Ing. Andrea Chiarini Ing. Nicola Mori Ing. Cosimo Convertino Ing. Elisa Lucioi Geom. Meri Migliacci Geom. Daniele Tellini Geom. Mario Sensi</p>	 <p>Ing. Remo Chiarini Responsabile dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche</p>	<p>Visto del committente:</p> <p>Ing. Antonella Fabbianelli</p>
---	--	--

Il presente elaborato, posto sotto tutela di legge, è stato redatto per conto del Comune di Arezzo da CHIARINI ASSOCIATI Ingegneria Civile e Ambientale e, senza la preventiva autorizzazione scritta dell'autore, sono vietate la riproduzione, anche parziale, e la cessione a terzi estranei ai procedimenti autorizzativi o di appalto.

**SOMMARIO**

1	PREMESSA	3
1.1	Aggiornamenti del progetto definitivo intervenuti in considerazione di alcune osservazioni presentate dai soggetti espropriandi	5
1.2	Contesto idrografico e zona di indagine	6
2	ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	8
3	RECEPIMENTO DELLE PRESCRIZIONI CONTENUTE NEL DECRETO DI ESCLUSIONE DALLA PROCEDURA DI VIA	12
4	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	18
4.1	Il fosso "Ovest"	18
4.2	Il fosso "Est"	21
4.3	Vasca Volano	23
5	SUDDIVISIONE IN N°2 STRALCI FUNZIONALI	28
6	DIMENSIONAMENTO ED EFFICACIA DEGLI INTERVENTI	29
7	IMPIANTO IDROVORO: STRUTTURE	30
7.1	analisi dei carichi	31
7.1.1	<i>Pesi propri degli elementi strutturali (G1)</i>	31
7.1.2	<i>Carichi permanenti (G2)</i>	31
7.1.3	<i>Carichi variabili (Q)</i>	32
7.1.4	<i>Spinte idrostatiche esterne (G2-1)</i>	32
7.1.5	<i>Azione sismica (E)</i>	33
7.2	Combinazioni di carico	34
7.2.1	<i>Combinazioni di stato limite ultimo</i>	34
7.2.2	<i>Combinazioni di stato limite di esercizio</i>	34
7.3	Modello di calcolo	34
7.4	Verifiche	36
7.4.1	<i>Classe di esposizione e copriferro</i>	36
7.4.2	<i>Verifiche SLU e SLE</i>	36
7.4.3	<i>Verifiche di galleggiamento</i>	36
8	IMPIANTO IDROVORO: IMPIANTI ELETTRICI	38
8.1	Dimensionamento della potenza del motore elettrico accoppiato alla pompa	38
8.2	Determinazione della potenza nominale del trasformatore MT/BT in cabina elettrica	38
8.3	Determinazione della sezione del conduttore tipo FS17 per la messa a terra del centro stella trasformatore MT/BT in cabina con il sistema TN	39
8.4	Dimensionamento del gruppo elettrogeno	40
8.5	Calcolo delle portate delle principali linee in cavo	43
9	IMPIANTO IDROVORO: DISCIPLINARE TECNICO	44
9.1	Griglia fermaerbe	44
9.2	Gruppi elettropompa idrovora da 600 l/s	44
9.3	Tubazioni di mandata, valvolame, accessori idraulici	46
9.4	Apparecchiature di MT	46
9.5	Apparecchiature di BT	48
9.6	Sistema di messa a terra d'impianto ed impianto luce	53
9.7	Gruppo elettrogeno d'emergenza	55
9.8	Collaudi e prove	57
9.9	Norme di riferimento per l'esecuzione impiantistica idraulica ed elettrica	59



1 PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto definitivo dell' *"Intervento di riassetto del reticolo minore attraverso la realizzazione di un nuovo canale collettore che raccolga le acque provenienti dalla collina di Castelsecco"* nel comune di Arezzo, redatto su incarico dell'Amministrazione Comunale e affidato agli scriventi a seguito di una procedura telematica di selezione.

Nell'ambito degli interventi finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico nelle aree colpite dai più recenti eventi calamitosi, con ordinanza del Commissario Delegato n. 82 del 03/07/2020 il Comune di Arezzo è risultato beneficiario di un contributo statale volto alla realizzazione di interventi anche strutturali finalizzati allo scopo; in particolare, il Comune di Arezzo è stato indicato quale soggetto attuatore del progetto in esame, individuato nell'ordinanza n.82/2020 con Codice Piano 14D e Codice intervento D2019EAR0013 (importo finanziabile per € 1.586.757,00).

Le acclerate criticità di carattere idraulico che con frequenza pressoché annuale colpiscono la vasta area urbana della zona Giotto derivano dalla progressiva obliterazione del reticolo idrografico naturale minore, di fatto inglobato nel sistema fognario di tipo misto esistente a servizio dell'area. Tale circostanza comporta che il bacino idrografico che allo stato attuale afferisce al sistema fognario dell'area Giotto, rappresentato graficamente in Figura 1-1, avente una superficie complessiva pari a circa 136.4 ha, sovraccarica il sistema di drenaggio urbano determinando fenomeni di rigurgito con conseguente allagamento delle aree pedecollinari e delle relative infrastrutture stradali (Figura 1-2). L'ultimo evento calamitoso in ordine cronologico, che ha avuto ampia eco nella stampa locale, è occorso il 24/10/2020.

Come sarà descritto con maggior dettaglio nei paragrafi seguenti, gli interventi proposti consistono nella realizzazione di due nuovi canali di gronda afferenti ad una vasca volano in grado di immagazzinare temporaneamente le acque di pioggia ricadenti nella porzione di bacino idrografico intercettato (versante Ovest della collina di Castelsecco) che allo stato attuale afferirebbe alla rete di drenaggio urbana. La porzione di bacino sottratta all'afflusso diretto in fognatura è rappresentata in Figura 1-3 e presenta una superficie complessiva pari a circa 75.5 ha.

I volumi idrici accumulati saranno quindi conferiti mediante sollevamento meccanico nel T. Bicchiaraia, principale corpo idrico recettore dell'area e, in modesta parte, a gravità, nel sistema fognario esistente mediante un manufatto di scarico dotato di paratoia di regolazione. Si precisa che questi ultimi rilasci saranno tuttavia caratterizzati da portate di picco e volumi trascurabili rispetto a quelli calcolati per la configurazione di stato attuale.

Gli scenari di progetto sono relativi ad eventi pluviometrici di varia durata riferibili ad un tempo di ritorno pari a 30 anni.

Come descritto nello specifico paragrafo e come evidenziato negli elaborati grafici di progetto, per motivi di finanziamento gli interventi sono stati suddivisi in n°2 stralci funzionali.

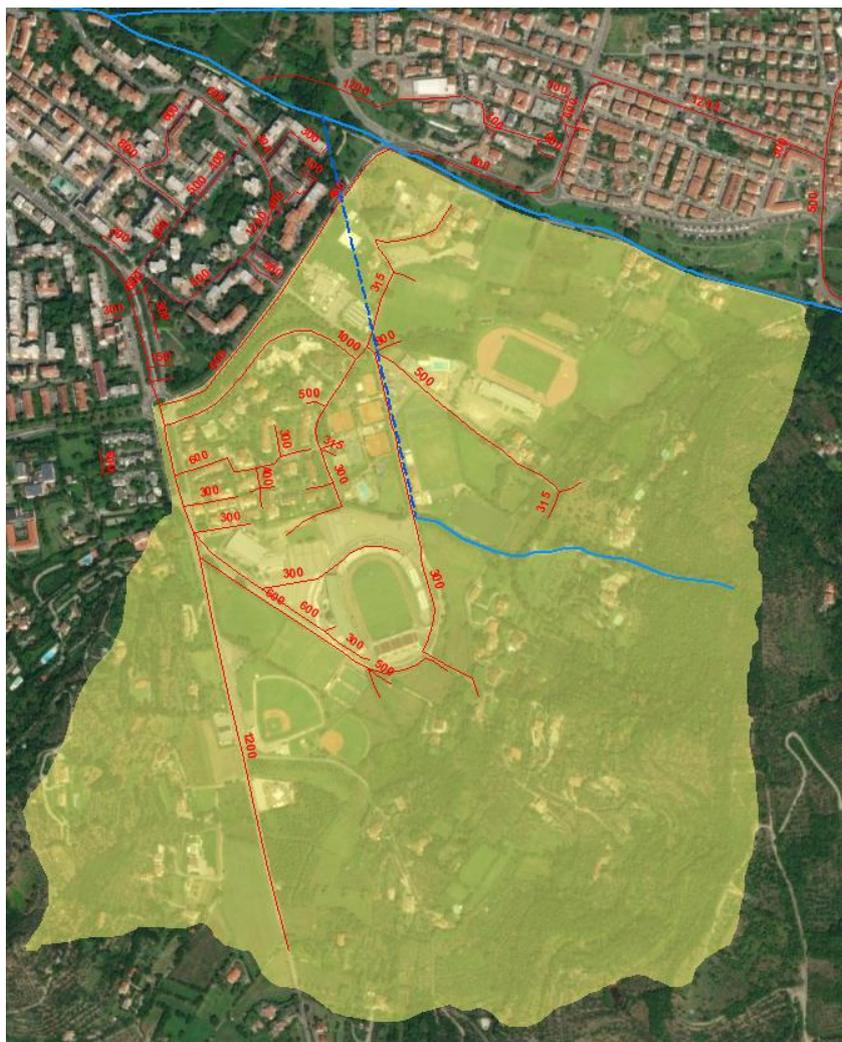


Figura 1-1: vista su foto aerea dell'area di interesse con rappresentazione del reticolo idrografico regionale, della rete di drenaggio urbano e del bacino idrografico, di superficie pari a circa 136.4 ha, afferente, allo stato attuale, al sistema fognario.



Figura 1-2: attuali frequenti criticità della rete di drenaggio urbano nella zona di Viale Giotto (foto evento 31/08/2012)



Figura 1-3: bacino idrografico che sarà intercettato e drenato dalle opere, di superficie pari a circa 75.5 ha, che sarà quindi sottratto, nella configurazione di stato di progetto, al sistema fognario cittadino.

1.1 Aggiornamenti del progetto definitivo intervenuti in considerazione di alcune osservazioni presentate dai soggetti espropriandi

A seguito dell'avvio delle procedure espropriative sono pervenute al Servizio Progettazione Opere Pubbliche del Comune di Arezzo alcune osservazioni da parte di soggetti privati interessati dalle stesse. Queste sono state oggetto di attente valutazioni congiunte tra il RUP ed il Responsabile della progettazione. In particolare, sono state riconosciute parzialmente accoglibili alcune delle medesime in quanto non sono risultate tali da compromettere o ridurre l'efficacia degli interventi ai fini della mitigazione del rischio idraulico e in quanto non comportavano significativi incrementi di spesa rispetto alla versione originaria.

Più in dettaglio, in relazione alle osservazioni pervenute, laddove è stata riconosciuta la possibilità di limitare il danno da esproprio pur mantenendo la piena efficacia degli interventi ivi previsti, sono state apportate alcune variazioni di tracciato e di sezione, nonché di tipologia della sistemazione del nuovo inasamento, che hanno riguardato il cosiddetto Fosso Ovest.

Nel caso delle particelle 147 e 157 censite al foglio 128 del Comune di Arezzo Sez. A, eseguiti ulteriori sopralluoghi in presenza degli interessati ed effettuati ulteriori rilievi di dettaglio, si è



proceduto all'individuazione di un nuovo tracciato che non comportasse l'abbattimento di alcune essenze arboree seppur non di elevato pregio, nonché all'adozione di una nuova sezione del fosso di minore ampiezza e che, seppur in grado di convogliare i contributi di piena previsti, non comportasse interventi di protezione dall'erosione del fondo e delle sponde. Infatti, rivalutate le massime velocità dei deflussi attesi, si è ritenuto che il semplice sviluppo e mantenimento di un manto di cotico erboso di essenze autoctone, fosse in grado di resistere alle azioni di trascinarsi della corrente che ivi si possono sviluppare. Tali modifiche, peraltro motivate anche dalla convenienza economica per l'Amministrazione e che tendono in un certo senso al "declassamento", di fatto, del previsto fosso di gronda a capofosso a carattere campestre, hanno peraltro trovato uniformità di intenti nella proposta di derubricazione del fosso AV20099 intercettato più a valle avanzata da parte della stessa autorità idraulica¹. In altri termini, come ribadito nel parere già emesso da detta autorità idraulica relativamente al progetto definitivo in oggetto (prot. 57080 del 21/04/2022), sussiste la ragionevole probabilità che tutto il Fosso Ovest di cui trattasi non venga inserito tra i corsi d'acqua costituenti il reticolo idrografico di riferimento regionale di cui alla L.R. n. 79/2012 e ss. mm. ii. In tal caso, quindi, a ridosso delle linee di sponda non verrebbero a sussistere i vincoli stabiliti dal R.D. 523/1904 all'art. 96 lett. f).

Ulteriori modifiche sono state ritenute meritevoli di considerazione all'interno delle particelle 139, 140, 773 e 774 censite al foglio 128 del Comune di Arezzo Sez. A, laddove, sulla base di ulteriori sopralluoghi in presenza degli interessati ed ulteriori rilievi di dettaglio, è stata individuata una modesta variante di tracciato traslata più a valle fino a qualche metro di distanza che ha consentito, senza modificazione della natura dell'uso del suolo interessato dagli scavi e del ricoprimento vegetazionale, una più razionale dislocazione del fosso, reso mediamente meno profondo e anche allontanato dall'edificio di rilevanza storica.

1.2 Contesto idrografico e zona di indagine.

L'area di interesse (v. Figura 1-4) è situata a sud-est del centro storico di Arezzo, ai margini dell'area urbana cittadina, in sinistra idrografica del Torrente Bicchieraia ed è rappresentata cartograficamente nei fogli 288110 e 288150 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10'000. Oltre al T. Bicchieraia, l'unico fosso ricompreso nel reticolo idrografico e di gestione regionale (introdotto con L.R. 79/2012 e aggiornato con DCR 81/2021) è individuato con codice AV20099.

Si osserva al riguardo che il Settore Genio Civile Valdarno Superiore che avviato la procedura di eliminazione dal reticolo idrografico e di gestione dei corsi d'acqua denominati con le sigle AV 20099 e AV 43975.

¹ Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile, Settore Genio Civile Valdarno Superiore della Regione Toscana. Nota prot. 134511 del 30/03/2022.

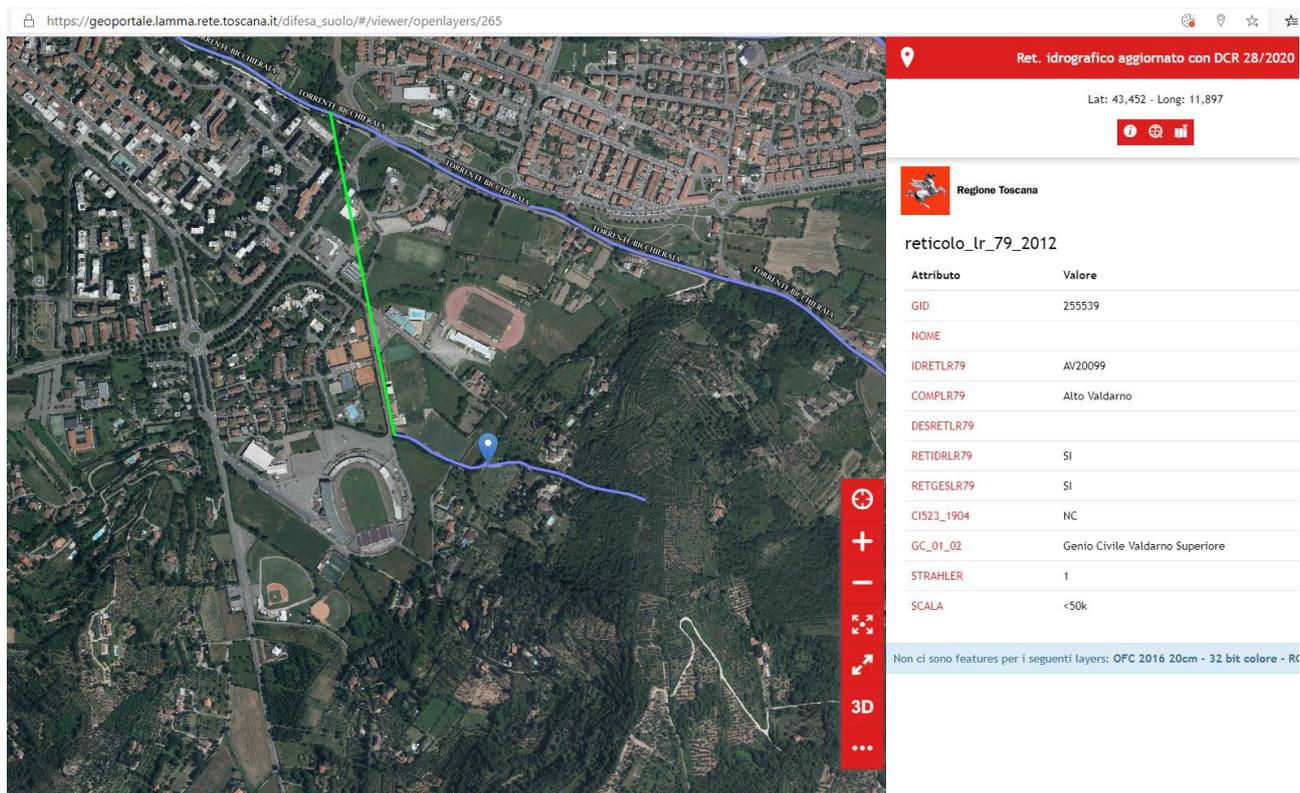


Figura 1-4: reticolo idrografico regionale di cui alla L.R.78/2012 e ss.mm.ii. interferente con gli interventi di progetto.

2 ANALISI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

In fase preliminare sono state valutate diverse alternative progettuali volte ad individuare la migliore soluzione in termini di minimizzazione del rapporto costi-benefici che risultasse efficace in termini di mitigazione del rischio e compatibile dal punto di vista ambientale e di inserimento paesaggistico.

Il primo tentativo è stato quello di individuare un possibile tracciato a mezza costa della collina di Castelsecco che consentisse di convogliare a gravità le acque meteoriche raccolte nel T. Bicchieraia, torrente che risulta pensile rispetto alle aree poste in sinistra idrografica: tale tentativo non ha avuto buon esito stanti le numerose aree urbanizzate in modo diffuso nel versante (vedi Figura 2-1).

È stato quindi valutato il corridoio di indagine proposto dal Servizio Ambiente del Comune, compresa un'area per la realizzazione di una vasca volano posta in sinistra idrografica del T. Bicchieraia (vedi Figura 2-1).

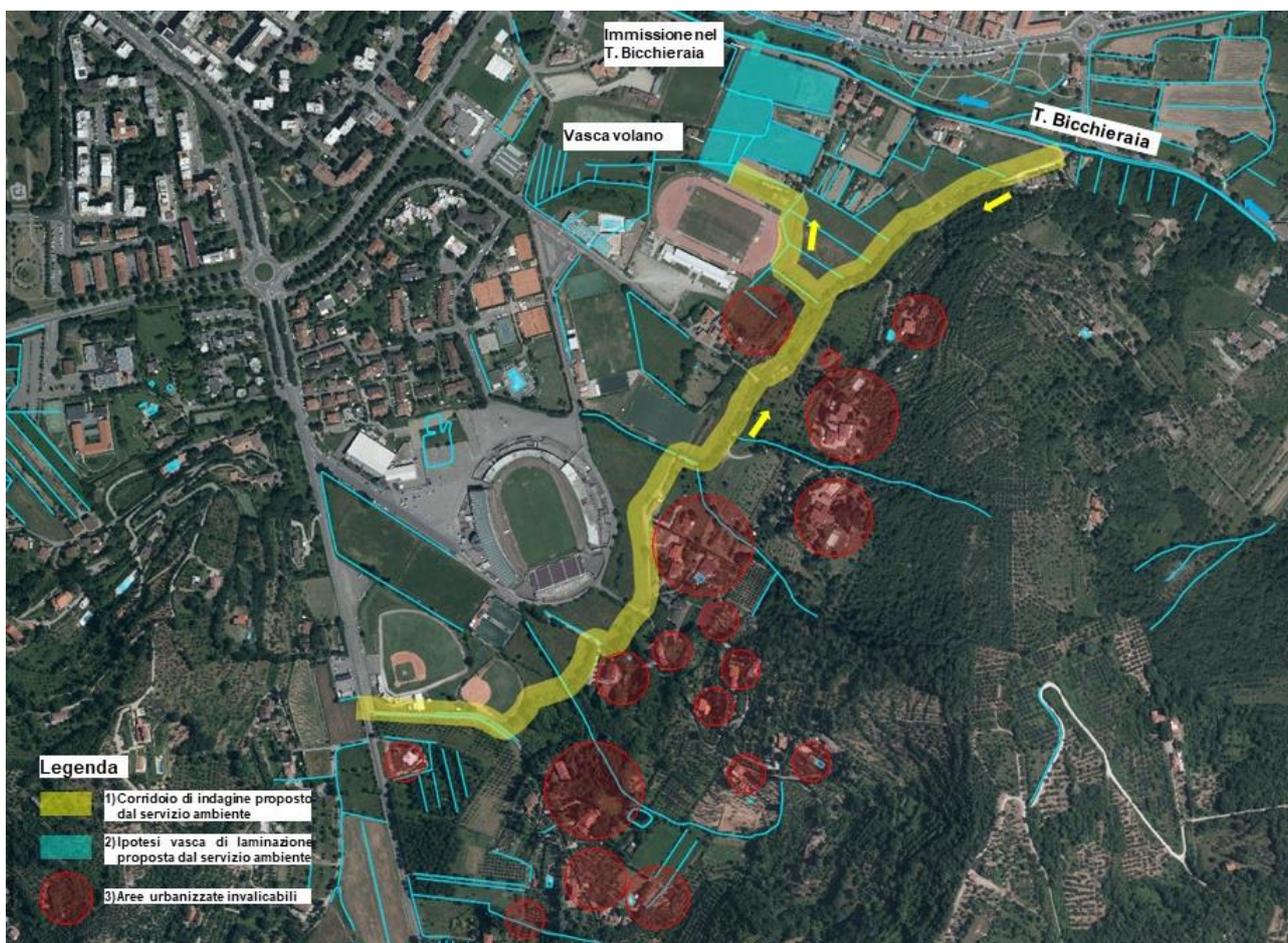


Figura 2-1: Ipotesi canale di gronda (Servizio Ambiente Comune di Arezzo) con rappresentazione delle aree urbanizzate nel versante Ovest della collina di Castelsecco.

Tale configurazione avrebbe determinato in alcuni tratti eccessive profondità di scavo, con particolare riferimento all'area interessata dalla realizzazione della vasca volano. Con riferimento alla Figura 2-2, si osserva che la quota di fondo della vasca necessaria per poter accogliere a

gravità i contributi dei nuovi canali collettori avrebbe comportato scavi dell'ordine dei 5.5 m.

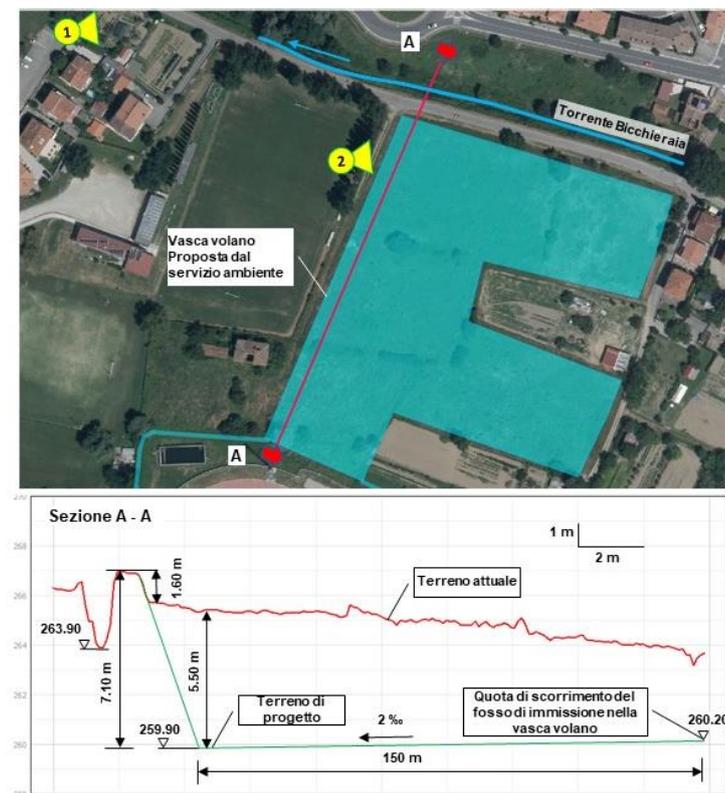


Figura 2-2: Ipotesi di ubicazione della vasca volano (Servizio Ambiente Comune di Arezzo), pensilità del T. Bicchieraia e sezione rappresentativa delle profondità di scavo necessarie.

Inoltre, con riferimento alla Figura 2-3 l'estratto della Carta Idrogeologica del PS vigente durante la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica mostra che in tale area la quota assoluta delle curve isofreatiche è pari a circa 263.5 m s.l.m., a testimoniare che la falda idrica potrebbe essere posta circa 3 m più in alto della quota di fondo vasca, circostanza inammissibile dal punto di vista ambientale e che di fatto inficerebbe la funzionalità stessa dell'opera.

Tale ipotesi iniziale, rappresentata in Figura 2-1, è stata quindi modificata andando ad individuare una diversa ubicazione della vasca volano che risultasse libera da fabbricati, posta a quote altimetriche inferiori per ridurre le altezze di scavo e sufficientemente estesa per poter laminare i volumi idrici stimati con l'analisi idrologica con profondità di scavo compatibili con la presenza della falda freatica.

Un'area con tali prerogative è stata individuata a Ovest del Campo scuola (vedi Figura 2-4). Dopo aver fissato l'ubicazione della vasca sono stati analizzati alcuni tracciati diversi per i due nuovi canali collettori. La scelta dei tracciati finali, rappresentati in Figura 2-4, è stata effettuata sulla scorta dei seguenti criteri: minimizzazione delle altezze, quindi dei volumi di scavo; riduzione dei tratti tombati ai soli attraversamenti puntuali di infrastrutture stradali esistenti; rispetto, per quanto possibile, dei confini tra particelle catastali per ridurre la creazione di reliquati.

Rimandando alle tavole grafiche di progetto per ulteriori dettagli, nei seguenti capitoli si

descrivono gli interventi individuati.

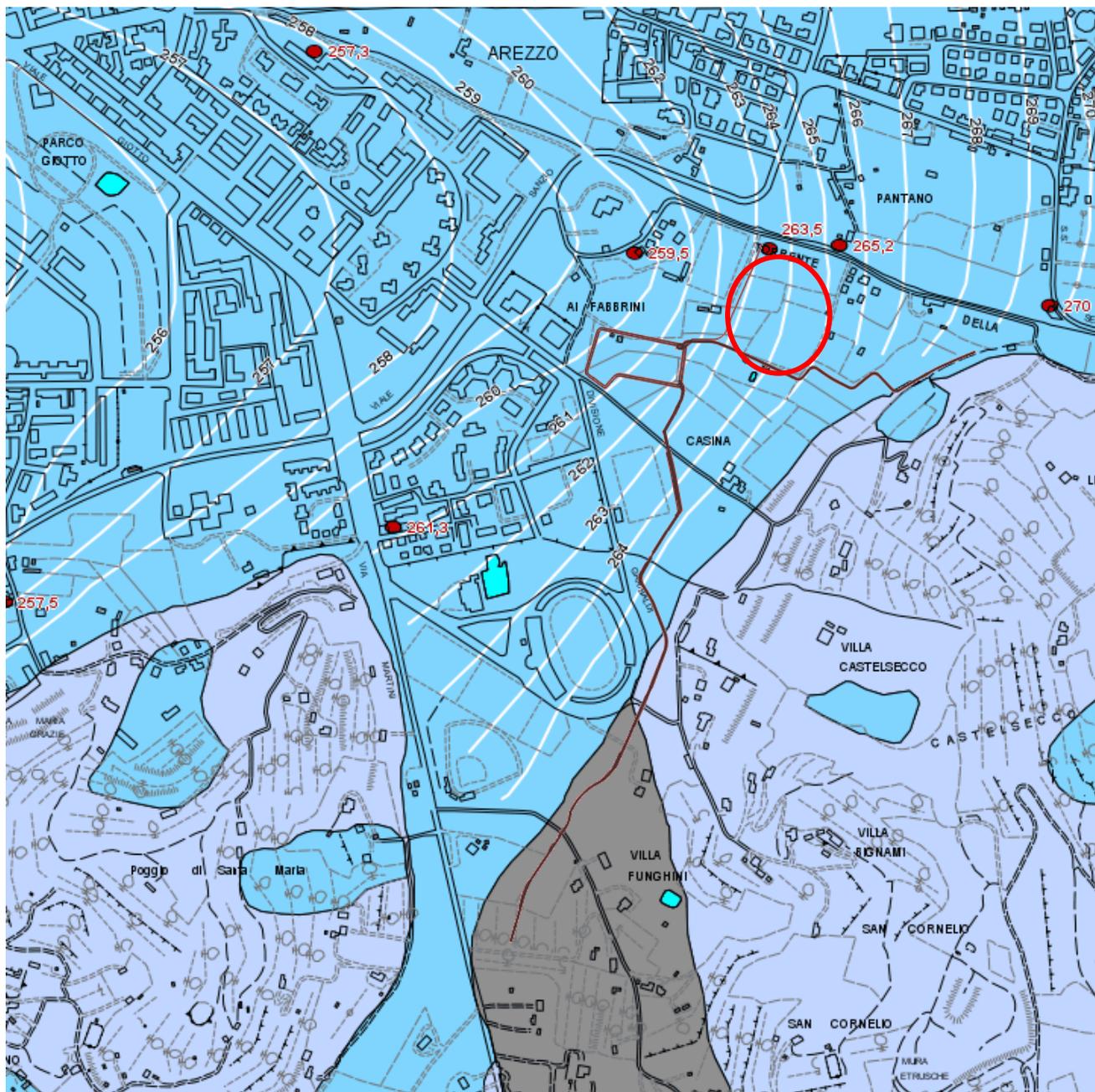


Figura 2-3: Estratto dalla Carta Idrogeologica del Piano strutturale del Comune di Arezzo.



Figura 2-4: Alternativa progettuale ritenuta preferibile e quindi meritevole di sviluppo nel progetto di fattibilità tecnica ed economica.



3 RECEPIMENTO DELLE PRESCRIZIONI CONTENUTE NEL DECRETO DI ESCLUSIONE DALLA PROCEDURA DI VIA

Con Decreto n° 8674 del 21/05/2021, numero adozione 13379 in data 30/07/2021, emesso dal dirigente del Servizio VIA-VAS della Direzione Ambiente ed Energia della Regione Toscana, il progetto in esame è stato escluso dall'assoggettabilità alla procedura di VIA purché esso, ai fini della approvazione della futura fase di progettazione esecutiva, desse conto del recepimento delle seguenti prescrizioni, qui integralmente trascritte per maggiore chiarezza espositiva:

«..

1. ai fini della richiesta di autorizzazione idraulica, il proponente deve recepire quanto indicato dal Settore Genio Civile nel proprio contributo istruttorio, riportato in premessa al presente atto; inoltre il proponente deve definire un disciplinare di gestione del nuovo impianto idrovoro, che preveda tra l'altro, la possibilità di arresto immediato del sollevamento delle acque nel torrente Bicchieraia quando i livelli idrometrici nel corso d'acqua raggiungano un determinato livello di guardia da definire di concerto sulla base dei risultati conseguiti nelle verifiche idrauliche condotte a supporto della progettazione esecutiva del I Stralcio di interventi previsti sul torrente Bicchieraia;

[la presente prescrizione 1. è soggetta a verifica di ottemperanza da parte del Genio Civile, che ne comunicherà gli esiti anche al Settore VIA regionale]

2. ai fini della approvazione del progetto esecutivo, il proponente deve dare conto di quanto segue:

a) definire nel dettaglio le modalità di prevenzione e gestione delle acque meteoriche dilavanti di cantiere, di cui all'art.40 ter ed all'Allegato 5 del Regolamento d.p.g.r. 46R/2008, tenuto conto degli spazi occupati dai mezzi operativi in modo non provvisorio e dell'area del campo base;

b) approfondire le modalità di riduzione della produzione e propagazione di polveri in fase di costruzione, di cui all'Allegato 2, paragrafo 6 del Piano regionale della qualità dell'aria;

c) approfondire il rumore prodotto dall'esercizio dell'impianto idrovoro presso i ricettori ubicati nelle vicinanze (l'elaborato deve essere redatto da un tecnico acustico iscritto ad ENTECA), con riferimento ai valori limite del d.p.c.m. 14.11.1997 e del PCCA; prevedere la messa in opera dei necessari interventi di mitigazione. A tal fine, devono essere precisati i previsti tempi di funzionamento degli impianti durante gli eventi meteorici che ne richiedono l'attivazione. Si ricorda che solo a seguito di valutazione acustica positiva l'impianto idrovoro potrà essere messo in funzione;

d) presentare gli approfondimenti indicati nel contributo del Settore regionale paesaggio, riportato in premessa al presente atto; inoltre deve approfondire la progettazione dei manufatti a servizio dell'impianto idrovoro con particolare attenzione all'inserimento paesaggistico, prevedendo i necessari accorgimenti per mitigare gli impatti visivi;

[la presente prescrizione 2. è soggetta a verifica di ottemperanza da parte di Arpat - per le lettere da a) a c);



l'agenzia ne comunicherà gli esiti anche al Settore VIA regionale; del Settore VIA regionale, che consulterà il Settore paesaggio – per la lettera d))

3. almeno 30 giorni prima dell'avvio dei lavori, il proponente – sentita l'impresa appaltatrice – deve comunicare ad ARPAT:

a) la ubicazione del sito di approvvigionamento dei materiali alloctoni (ad esempio per i blocchi di pietra);

b) la ubicazione dell'impianto presso il quale verranno conferiti eventuali materiali classificati come rifiuto, si raccomanda si privilegiare il recupero allo smaltimento;

c) per quanto riguarda la realizzazione di piste di servizio e rampe di accesso, specificare con quale tipologia di materiali ne sia prevista la realizzazione;

[la presente prescrizione 3. è soggetta a verifica di ottemperanza da parte di Arpat, che comunicherà gli esiti anche al Settore VIA regionale]

Ritenuto che, per motivate esigenze connesse all'affidamento dei lavori, la verifica di ottemperanza alle suddette prescrizioni 1. e 2. potrà avvenire prima dell'avvio dei lavori, limitatamente ai casi in cui sia necessario l'apporto collaborativo dell'impresa appaltatrice, previo nulla osta del Settore VIA regionale;

Ritenuto inoltre opportuno raccomandare quanto segue al proponente:

adottare le buone pratiche di cui alle “Linee Guida per la gestione dei cantieri ai fini della protezione ambientale (ARPAT, gennaio 2018). In particolare: adottare accorgimenti al fine di limitare i fenomeni di intorbidamento delle acque; le massime cautele e attenzioni nelle fasi che possano comportare accidentali sversamenti di combustibili e oli da parte delle macchine operatrici; il rifornimento delle macchine operatrici mediante mezzi mobili sia svolto in modo da prevenire accidentali sversamenti lungo il percorso; i rifornimenti avvengano preferibilmente in area impermeabilizzata in modo da poter contrastare più efficacemente eventuali fuoriuscite di idrocarburi su suolo;

con riferimento alle terre e rocce da scavo, fatto salvo quanto previsto dal d.p.r. 120/2017, l'adozione delle buone pratiche di cui alle linee guida del SNPA 22/2019;

al fine di contenere gli effetti sulle componenti flora, fauna ed ecosistemi:

preservare dal taglio per quanto possibile i grandi individui arborei di specie quercine, di acero campestre e quelli tipici della vegetazione ripariale presenti nell'area di intervento;

eseguire il taglio della vegetazione possibilmente al di fuori del periodo riproduttivo principale dell'avifauna, stimabile fra la metà di marzo e la fine di luglio;

oltre alle opere di rinverdimento previste per l'area della vasca di volano, provvedere alla ricostituzione della vegetazione ripariale nel tratto del Torrente Bicchieraia interessato dai lavori e lungo i due fossi in progetto,

mediante l'impiego di specie autoctone erbacee, arbustive e possibilmente anche arboree; tali fa-



sce di ecologica del territorio ed il miglioramento ambientale dell'area in esame;

al fine di contenere la propagazione di specie alloctone invasive, come Robinia pseudoacacia, potenzialmente presente in alcuni tratti interessati dai lavori, adottare tecniche che ne indeboliscano la vitalità (es. capitozzatura, rilascio del pollone più debole e sottomesso, etc.) e asportare e smaltire in discarica prima dei movimenti terra il terreno vegetale che possa contenere propaguli (es. semi, talee, rizomi); si segnala, nel merito, di prendere a riferimento la seguente pubblicazione: rizomi); si segnala, nel merito, di prendere a riferimento la seguente pubblicazione della Regione Toscana: "La robinia in Toscana - La gestione dei popolamenti, l'impiego in impianti specializzati, il controllo della diffusione" (Università di Firenze - Regione Toscana, 2012); eventuali tombini e cadoioie aperti sul piano di campagna prevedano griglie e/o rampe di risalita in modo che non diventino trappole ecologiche per la piccola fauna;

effettuare l'accantonamento e il successivo riutilizzo integrale delle terre di copertura vegetale per le operazioni di riempimento e rimodellazione morfologica;

adottare idonee misure per la tutela delle specie ittiche e per gli anfibi del Torrente Bicchieraia, operando nel periodo di magra e/o di basso livello delle acque, evitando torbidità e rilascio di sostanze inquinanti e provvedendo al recupero ed al trasferimento in altri tratti del torrente di eventuali pesci/ anfibi in difficoltà o rimasti in pozze isolate;

mantenere le specie arboree autoctone di maggiore maturità, effettuando tagli selettivi e mirati;

Ritenuto infine necessario ricordare quanto segue al proponente, con riferimento alle norme ed alle disposizioni di piano, come emerse in fase istruttoria: nel caso in cui la trasformazione boschiva dovesse interessare una superficie superiore ai 2000 mq, sarà necessario procedere con la prevista compensazione secondo quanto indicato dalla normativa forestale regionale vigente;

nel caso in cui nel corso delle operazioni di scavo sia rinvenuto materiale di riporto con componenti di origine antropica stimata essere maggiore del 20% in peso, la cui origine può essere ricondotta a movimentazione di materiale di origine antropica anche in epoche "storiche", la procedura di campionamento dovrà prevedere: prelievo di campioni del materiale di risulta; analisi ambientali effettuate sui campioni del materiale, compreso test di cessione secondo le specifiche indicate al comma 3 dell'art.4 del DPR 120/2017, considerando lo stesso come rifiuto tramite un codice identificativo CER; ulteriori campionamenti da effettuare al momento dei lavori sul materiale effettivamente mobilizzato per la conferma della tipologia del rifiuto; trasporto e conferimento in impianto del materiale di risulta scavato;

per quanto riguarda l'apporto di terreni da costruzione dall'esterno del cantiere, questi dovranno essere sottoposti ad indagini volte a determinarne la compatibilità ambientale (fatta eccezione per i blocchi lapidei);

dovranno essere rimossi i rifiuti ed i materiali incongrui dalle aree di cantiere, che vanno ripristinate al termine dei lavori;



le indicazioni fornite dalla competente Autorità di bacino, con riferimento al PGA, come riportate in premessa al presente atto².

le buone pratiche per la esecuzione dei lavori in alveo e per la realizzazione delle opere idrauliche, di cui alla Delibera di Giunta Regionale n. 1315 del 28.10.2019; la risoluzione delle interferenze con le infrastrutture ed i sottoservizi;

nell'ambito dei piani di sicurezza di cui al d.lgs. 81/2008, prendere in esame, tra l'altro, i rischi e le misure di prevenzione relativi ai lavori da svolgersi in prossimità di linee elettriche, di infrastrutture di trasporto, di condotte del gas nonché in aree a pericolosità idraulica. Adottare misure per evitare l'accesso dei non addetti alle aree di cantiere;

qualora, durante la gestione del cantiere, dovessero verificarsi sversamenti accidentali, l'attivazione delle procedure di bonifica ai sensi dell'art. 242 del D.lgs. 152/2006 e seguenti. In caso di ritrovamento di terreni inquinati, l'attivazione delle misure di prevenzione di cui alla parte quarta del d.lgs. 152/2006;

al termine dei lavori, il ripristino dell'area di cantiere e la rimozione di macchinari o attrezzature o installazioni utilizzate;

le immissioni della viabilità di cantiere sulla viabilità ordinaria devono avvenire nel rispetto del Codice della strada e del relativo regolamento attuativo, senza creare pericolo o intralcio alla circolazione; adottare accorgimenti per evitare l'imbrattamento della viabilità pubblica, ad opera dei mezzi in uscita dai cantieri;

riguardo l'utilizzazione di specie vegetali per opere a verde delle aree in oggetto, le disposizioni di cui all'Art. 80 della L.R. 30/2015:

*“c. 7. Ai fini della realizzazione di opere di riforestazione, rinverdimento e consolidamento, è vietata l'utilizzazione di specie vegetali non autoctone o autoctone ma particolarmente invasive, ed in particolare delle seguenti specie: Ailanto (*Ailanthus altissima*), Fico degli Ottentotti (*Carpobrotus* sp.), Fico d'india (*Opuntia ficus-indica*), Amorfa (*Amorpha fruticosa*), Robinia (*Robinia pseudoacacia*) ed Eucalipto (*Eucalyptus*). (...); in ogni caso, andranno utilizzati ecotipi locali scegliendo le specie in relazione agli specifici contesti di intervento;*

c. 9. Negli interventi di ingegneria naturalistica, in quelli di rinverdimento e di consolidamento, nonché, in generale, negli interventi di recupero ambientale di siti degradati, sono utilizzati prioritariamente ecotipi locali.”;

...».

In riferimento alle precedenti prescrizioni e raccomandazioni, nel presente progetto si fornisce

² In relazione al PGA, fa presente che non è prevista l'espressione di parere da parte dell'Autorità di Bacino sugli interventi ma considerati gli obiettivi di qualità si ricorda che il progetto dovrà garantire che la realizzazione della cassa in oggetto non determini, anche in fase di cantiere, impatti negativi sui corpi idrici, verificando che essa non sia causa in generale di deterioramento dello stato qualitativo o quantitativo dei corpi idrici interessati, né del non raggiungimento degli obiettivi di qualità;



risposta alle richieste formulate dal Settore Genio Civile della Regione Toscana confluite nel punto 1 delle prescrizioni raccolte nel provvedimento conclusivo di esclusione dalla procedura di VIA.

In particolare, il Settore Genio Civile, nel contributo del 15/07/2021, in merito agli aspetti idraulici, ha espresso *“parere favorevole di massima sul progetto di fattibilità tecnico economica indicando di seguito le condizioni e prescrizioni che dovranno essere recepite nelle prossime fasi progettuali al fine dell’ottenimento dell’autorizzazione/concessione idraulica:*

a) si ritiene opportuno valutare l’influenza dei lavori sulla falda superficiale, con particolare attenzione per la vasca volano, e eventualmente adottare varianti al progetto o operative che ne minimizzino l’impatto;

b) la durata critica dell’evento di progetto deve essere ricavata dal confronto di diverse formule disponibili in letteratura o, altrimenti, eseguendo una serie di simulazioni con durate di pioggia crescenti ottenute distribuendo in modo costante nel tempo lo spessore di pioggia ricavato dalla LSPP relativa ad un determinato tempo di ritorno. A tal proposito dovrà essere eseguita una discretizzazione dei tempi di pioggia che conduca ad una stima della portata di picco il cui valore non si discosti oltre il 10% da quelli delle durate adiacenti;

c) dati il contesto del territorio e la complessità dell’intervento, si suggerisce che la funzionalità e l’efficacia del sistema di opere previste dal progetto in oggetto (attraversamenti, impianto idrovoro, vasca volano, scarichi in fognatura, etc.) sia verificata per le alluvioni frequenti mediante l’implementazione di un opportuno modello idraulico;

d) utilizzando il modello idraulico di cui al punto c), in riferimento allo scenario per le alluvioni frequenti, si ritiene opportuno valutare l’efficienza del sistema di opere in progetto ipotizzando l’occlusione parziale o totale dello scarico in fognatura conseguente ad un probabile sovraccarico della rete di drenaggio urbano o ad un possibile intasamento della griglia a presidio dello stesso;

e) si raccomanda di verificare il non aggravio del rischio in altre aree per le alluvioni poco frequenti attraverso il modello idraulico già richiamato al precedente punto c). Nel caso in cui tale verifica fornisca un risultato negativo dovrebbero essere valutate le eventuali modifiche al progetto necessarie per non aggravare le condizioni di rischio nelle altre aree;

f) sulla base dei risultati delle verifiche idrauliche di cui al punto e) dovrebbe essere individuato il rischio residuo per le alluvioni poco frequenti necessario all’aggiornamento del Piano di Protezione Civile Comunale per la gestione del rischio da alluvioni;

g) si suggerisce di valutare gli effetti sul sistema fognario a servizio di via Nazareno Borghini, via Divisione Garibaldi e via di Castelsecco, con particolare riferimento ai tombini e alle caditoie stradali presenti, in seguito al raggiungimento delle condizioni di massimo invaso a quota 262,7 m s.l.m. nella vasca volano;

h) al fine di garantire l’accessibilità e la manutenzione dei nuovi canali di gronda si suggerisce,



ove possibile, la previsione di una pista di servizio larga almeno 3,0 m in adiacenza del ciglio di sponda;

i) per gli stessi fini di cui al punto h), si suggerisce di realizzare sul perimetro di contenimento della vasca volano una pista di servizio larga almeno 3,0 m;

j) il progetto del manufatto di scarico in c.a. della condotta di mandata a servizio dall'impianto idrovoro dovrà essere eseguito tenendo conto della soluzione progettuale individuata dall'intervento di Piano indicato con codice 5D, relativo agli interventi di consolidamento arginale sul t. Bicchieraia;

k) al fine di ridurre l'impatto visivo della parete in c.a.v. del fosso Ovest nel tratto che corre all'interno del "Villaggio Amaranto", tra i campi da calcio e calcetto, si suggerisce di arretrare alla sezione 36 il salto di fondo previsto a valle della sezione 40. In questo modo il canale in c.a.v. sarà per gran parte della sua altezza infisso nel terreno e non sarà necessario schermare i paramenti verticali con rampicanti. Sulla sponda opposta, al fine di mantenere inalterate le altezze degli scatolari previsti, dovrà essere prevista una riprofilatura della scarpata del campo di calcio;

l) sul fosso Ovest, al fine di mantenere un adeguato ricoprimento sullo scatolare di attraversamento della viabilità esistente di accesso al campo di calcetto (codice T5_0), si suggerisce di valutare la possibilità di arretrare verso monte il cambio di pendenza da 0,4% a 0,2%".

Relativamente al punto a) a seguito dell'integrazione progettuale presentata dagli scriventi il 23/07/2021, con nota del 27/07/2021, il Settore Genio Civile Valdarno Superiore ha comunicato che: "il Proponente ha ottemperato alla prescrizione indicata con la lettera a) nelle conclusioni della nota prot. n. 0294781 del 15/07/2021. Questo Ufficio conferma il parere favorevole di massima sul progetto di fattibilità tecnico economica, fatte salve tutte le condizioni e prescrizioni già dettate nelle succitate conclusioni ad esclusione di quella già ottemperata, nonché la necessità di definire nelle successive fasi progettuali un disciplinare di gestione del nuovo impianto idrovoro, che preveda tra l'altro, la possibilità di arresto immediato del sollevamento delle acque nel torrente Bicchieraia quando i livelli idrometrici nel corso d'acqua raggiungano un determinato livello di guardia. Tale livello di guardia dovrà essere definito di concerto sulla base dei risultati conseguiti nelle verifiche idrauliche condotte a supporto della progettazione esecutiva del I Stralcio di interventi previsti sul torrente Bicchieraia".

Il recepimento delle condizioni e prescrizioni del Genio Civile è stato fatto nella presente fase progettuale ed è riportata nell'elaborato R-02 "Relazione idrologico-idraulica", a cui si rimanda, fatta eccezione della predisposizione del richiesto disciplinare di gestione del nuovo impianto idrovoro che sarà allegato alla richiesta di autorizzazione idraulica e che richiederà una ulteriore fase di concertazione con l'Autorità Idraulica. Per quanto riguarda il recepimento delle altre prescrizioni si rimanda alla redazione del progetto esecutivo.

4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

4.1 Il fosso “Ovest”

Il fosso di progetto denominato “fosso Ovest” (vedi Figura 4-1) ha inizio al piede della collina di Castelsecco, circa 250 m a sud del campo da baseball e prosegue poi in direzione nord-est.

Dopo circa 25 m il fosso attraversa una strada bianca mediante una condotta in C.A.V. di diametro 80 cm di lunghezza 6 m per poi proseguire fino a via Simone Martini, che viene superata con uno scatolare in C.A.V. 100x100 cm di lunghezza 7 m.

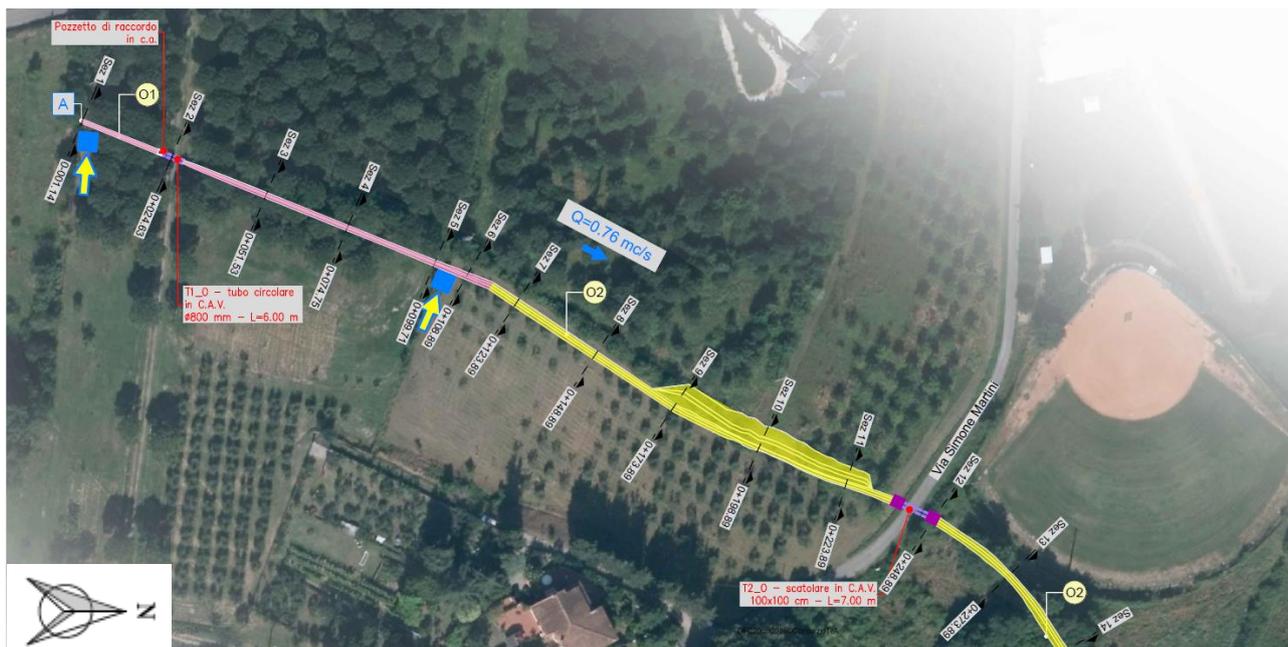


Figura 4-1: planimetria su fotomosaico del fosso Ovest (dal progr. 0+000 al progr. 0+300). Estratto elaborato T-05.

Oltrepassata via Simone Martini (Figura 4-2) il fosso prosegue sempre in direzione nord est attraversando due viabilità che da Via Divisione Garibaldi raggiungono delle civili abitazioni e via di Castelsecco. I manufatti di attraversamento delle predette viabilità saranno realizzati mediante scatolari in C.A.V. 150x150 cm rispettivamente di lunghezza 10 m e 14 m.

All'altezza della tribuna “Maratona” dello stadio comunale, il fosso prosegue in direzione nord-ovest per circa 75 m per poi piegare in direzione Nord Est, attraversare l'area sportiva del “Villaggio Amaranto”, superare la strada bianca di accesso al campo da gioco posto in destra idrografica mediante uno scatolare in C.A.V. 225x160 cm di lunghezza pari a 7m per poi dirigersi in direzione nord ovest fino a via di Castelsecco (vedi Figura 4-3). Oltrepassata via di Castelsecco con un manufatto di attraversamento realizzato mediante scatolari in C.A.V. 225x200 cm di lunghezza pari a circa 59 m il fosso prosegue a sezione aperta per circa 60 m (con moduli prefabbricati di cemento armato vibrato a sezione aperta interrati) immettendosi nella vasca volano.



Figura 4-2 planimetria su fotomosaico del fosso Ovest (da progr. 0+225 a progr. 0+625). Estratto elaborato T-05.



Figura 4-3: planimetria su fotomosaico del fosso Ovest (da progr. 0+550 a progr. 0+950). Estratto elaborato T-05.

Le sezioni tipo del fosso Ovest, dimensionate in modo tale da garantire un franco medio di circa 50 cm rispetto all'evento trentennale, sono rappresentate in Figura 4-4. In Figura 4-5 si mostra un esempio di realizzazione di un alveo a sezione trapezia rivestita in blocchi di pietra, in modo da rappresentare l'aspetto che il nuovo inalveamento avrà nella maggior parte del suo percorso.

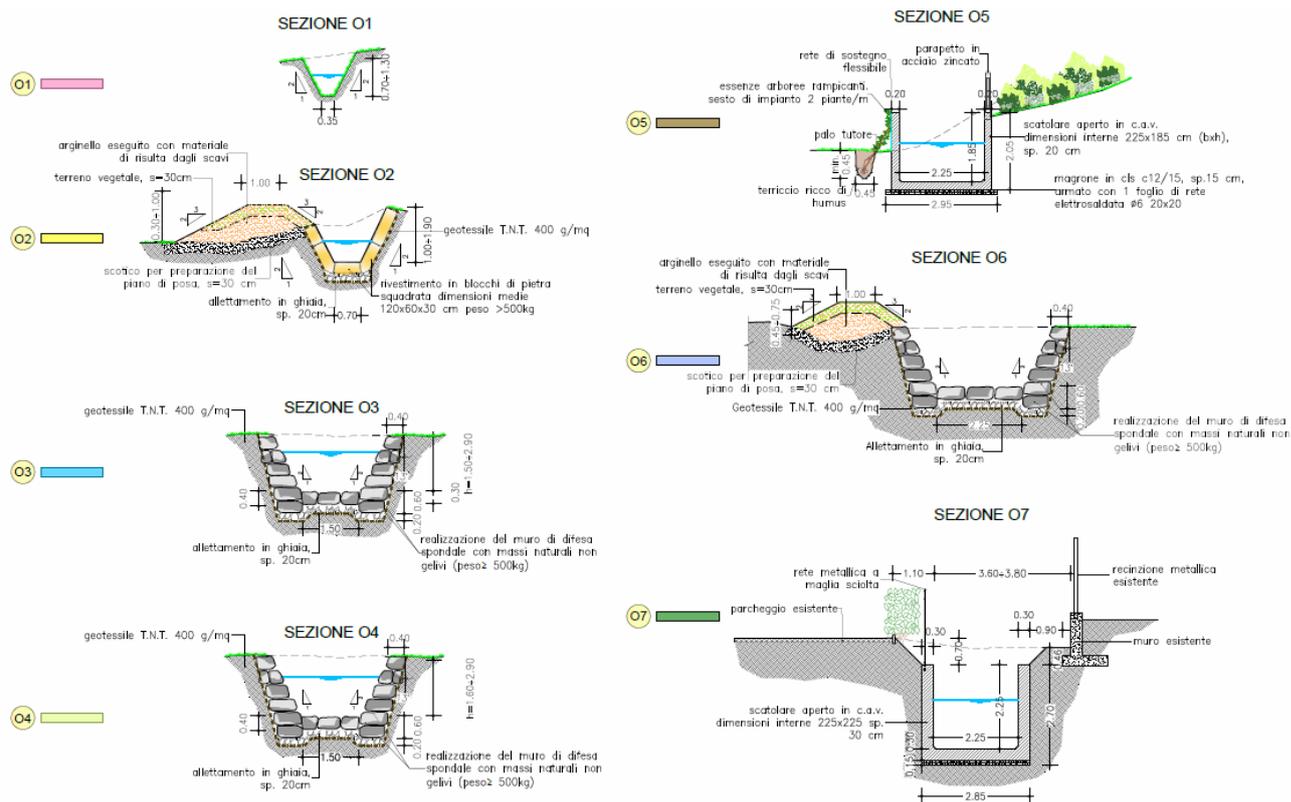


Figura 4-4: sezioni tipo fosso Ovest. Estratto elaborato T-05.



Figura 4-5: Esempio di realizzazione di un alveo a sezione trapezia rivestita in blocchi di pietra.

Inoltre come mostrato nel profilo altimetrico del fosso Ovest (vedi elaborato T.05), il progetto prevede, al fine di limitare la velocità della corrente, la realizzazione di alcuni salti di fondo di altezza modesta (variabile tra 35 cm e 70 cm) realizzati in scogliera di massi naturali.

4.2 Il fosso "Est"

Il fosso di progetto denominato "fosso Est" (vedi Figura 4-6) ha inizio al piede della collina di Castelsecco, circa 80 m a sud-ovest di via dell'Acropoli e prosegue poi, sempre in direzione sud-ovest, per circa 150 m costeggiando la strada bianca esistente.

Gli attraversamenti del nuovo canale per mantenere gli attuali accessi alle aree agricole poste in destra idrografica saranno realizzati mediante scatolari in C.A.V. 100x100 cm ciascuno di lunghezza pari a 4 m.

Alla progressiva 150 m il fosso piega prima in direzione nord ovest poi, dopo 50 m, in direzione sud ovest ed infine, dopo ulteriori 50 m, piega nuovamente in direzione nord ovest, in modo da seguire i confini catastali e l'attuale reticolo idrografico.



Figura 4-6: planimetria su fotomosaico del fosso Est (da progr. 0+000 a progr. 0+300). Estratto elaborato T-06.

Alla progressiva 0+300 il fosso piega in direzione sud ovest e dopo circa 50 m riprende il suo percorso in direzione nord-est costeggiando il campo di atletica per poi immettersi nella vasca volano (vedi Figura 4-7).

La sezione tipo del fosso Est è di forma trapezia con larghezza al fondo variabile tra 0.7÷1.50 m, pendenza delle sponde pari a 2:1 e sarà rivestita in blocchi di pietra squadrata di dimensioni medie 120x60x30 cm e peso > 500kg. L'altezza delle sponde rispetto al fondo alveo, tale da garantire un franco medio di circa 50 cm rispetto all'evento trentennale, risulta variabile tra 1.00÷1.20 m.

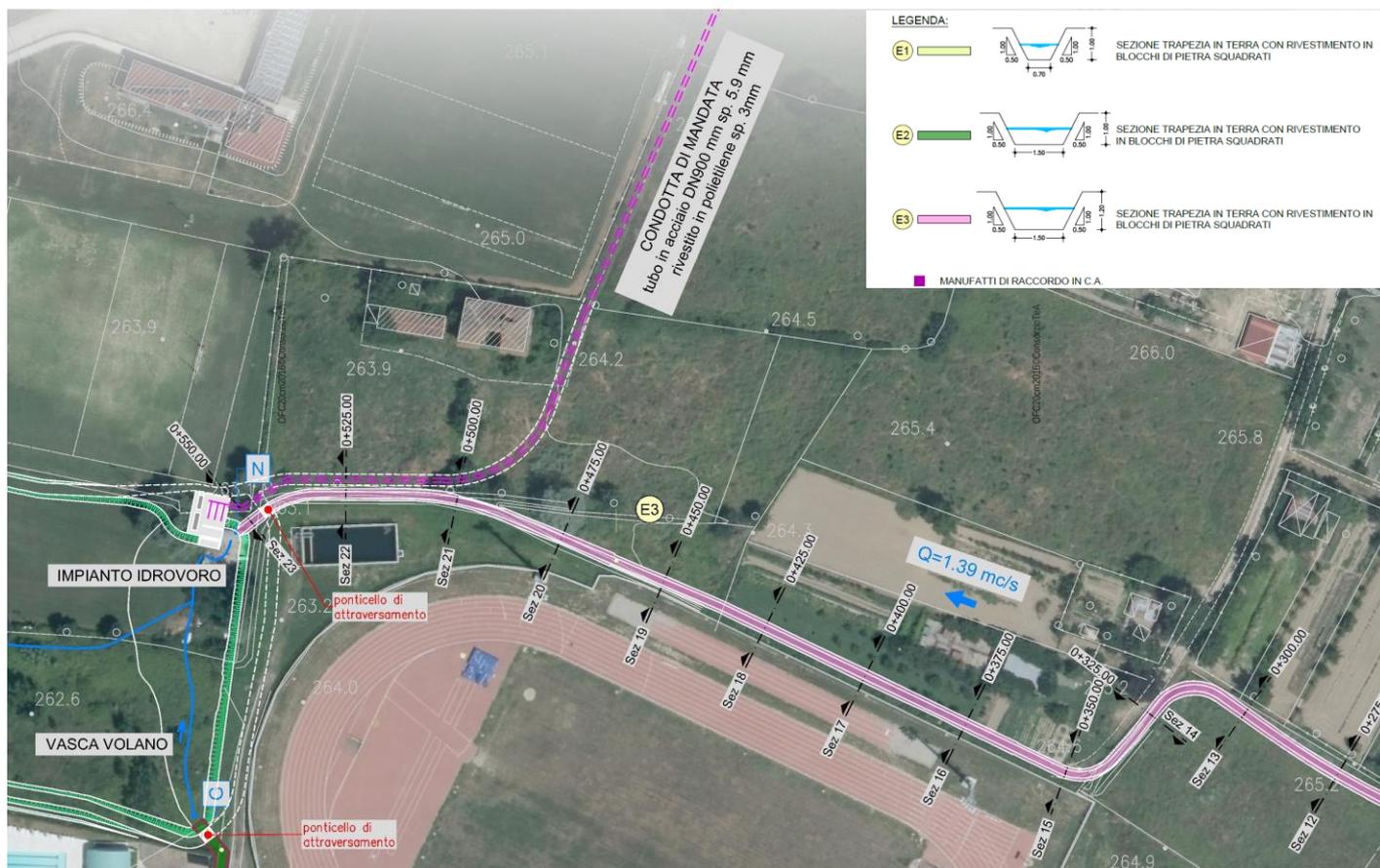


Figura 4-7 planimetria su fotomosaico del fosso Est (da progr. 0+300 a progr. 0+550). Estratto elaborato T-06.



Figura 4-8: sezione tipo fosso Est. Estratto elaborato T-06.

Il profilo altimetrico del fondo alveo del fosso Est (vedi elaborato T.06) evidenzia la presenza di alcuni salti di fondo di altezza modesta (variabile tra 30 cm e 60 cm) realizzati in scogliera di massi ciclopici al fine di limitare la velocità della corrente e conseguentemente l'azione erosiva.

4.3 Vasca Volano

La realizzazione della vasca volano è prevista nell'area delimitata a ovest da via Nazareno Borghini, a sud da via di Castelsecco e dal resede di Arezzo Sport College, a nord dal campo da rugby e ad est dallo stadio di atletica.

La vasca volano, avente superficie pari a circa 1 ha, sarà realizzata prevalentemente in scavo rispetto al piano campagna attuale, e pertanto a basso impatto paesaggistico. La volumetria di scavo è stimata in circa 9'800 m³. In corrispondenza dei lati sud ed ovest della stessa, stante la necessità di garantire un adeguato volume di invaso con relativo franco di sicurezza rispetto all'evento critico trentennale, è prevista la realizzazione di un arginello in terra compattata che, dal piano campagna attuale, avrà un'altezza massima di circa 1 m. Per ridurre l'impatto sul paesaggio è previsto il rinverdimento dei rilevati e delle scarpate con essenze autoctone di tipo erbaceo ed arbustivo, quest'ultime poste sui paramenti inclinati. Inoltre, perimetralmente alla vasca volano è prevista la piantumazione di alberi d'alto fusto in modo da creare una barriera naturale tra l'opera e le aree contermini. La Figura 4-10 mostra una sezione tipo del perimetro sud della vasca e delle previste opere di rinverdimento erbaceo ed arbustivo. Sempre con riferimento alla Figura 4-10, per consentire la fruibilità dell'area della vasca volano in "tempo asciutto" è prevista la realizzazione di uno percorso ciclopedonale in terra battuta che potrà essere convenientemente inserito in un sistema di piste ciclabili e di percorsi per nordic walking, running ecc.



Figura 4-9 sistemazioni a verde e interventi di mitigazione paesaggistica della vasca volano (estratto tavola T-07).

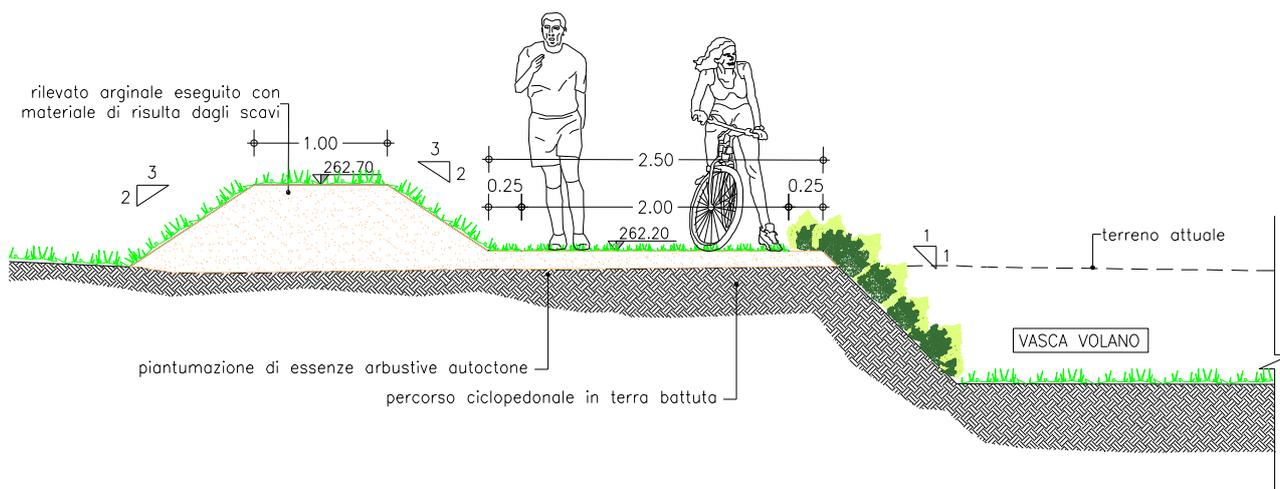


Figura 4-10: sezione tipo del percorso ciclopedonale in terra battuta (estratto elaborato T-07).

A nord est della cassa sarà ubicato il manufatto dell'impianto idrovoro (vedi Figura 4-11 e Figura 4-12). L'impianto si compone di n°3 elettropompe elicocentrifughe in parallelo (ciascuna in grado di sollevare una portata nominale pari a circa 600 l/s con prevalenza pari a 7.5 m), munite di saracinesche e valvole di ritegno ed una condotta di mandata interrata in acciaio DN 1100 mm, di lunghezza pari a circa 240 m, con scarico nel T. Bicchieraia (Figura 4-14). Tale condotta di mandata sarà posta in opera sotto una pista sterrata che consentirà di accedere da Via dell'Acropoli all'impianto idrovoro per eventuali interventi di manutenzione o ispezione (Figura 4-13). Il controllo automatico dell'impianto di sollevamento meccanico è asservito ai livelli presenti nella vasca di carico. All'ingresso della vasca, l'acqua attraversa una griglia in acciaio zincato con luci di passaggio max 40 mm al fine di evitare l'ingresso di corpi flottanti che potrebbero danneggiare le pompe. La necessità di garantire la continuità dell'energia, specie nel corso di eventi meteorici intensi, impone la presenza di un gruppo elettrogeno.

Per non arrecare pregiudizio alla sponda sinistra e all'argine del T. Bicchieraia, è prevista la realizzazione di una idonea opera di sbocco, in c.a., munita di un dissipatore frontale e tale da permettere lo scarico senza innescare fenomeni di erosione localizzata. Si prevede tuttavia la protezione in scogliera del tratto di T. Bicchieraia prospiciente il manufatto di scarico. Allo sbocco è prevista l'installazione di una valvola antiriflusso a Clapet.

La cabina dei quadri elettrici, il gruppo elettrogeno "cassonato" e i motori delle pompe a servizio dell'impianto idrovoro saranno fuori terra. Tuttavia preme precisare che tale impianto sarà schermato alla vista da nord grazie al filare di alberi che verrà piantumato tra la vasca volano e il campo da rugby; da est sarà parzialmente occultato dal muro posto lungo il confine del campo di atletica e dalle nuove alberature; da sud, lungo via di Castelsecco, e da ovest, lungo via Nazareno Borghini, sarà difficilmente visibile grazie alla presenza dell'arginello fuori terra della vasca volano, dalle nuove alberature e da quelle esistenti poste in fregio alla viabilità locale e della struttura dell'Arezzo Sport College (vedi Figura 4-15 e Figura 4-16), nonché grazie alla distanza che



contribuirà a ridurre la percezione visiva per l'evidente effetto prospettico (vedi Figura 4-17).

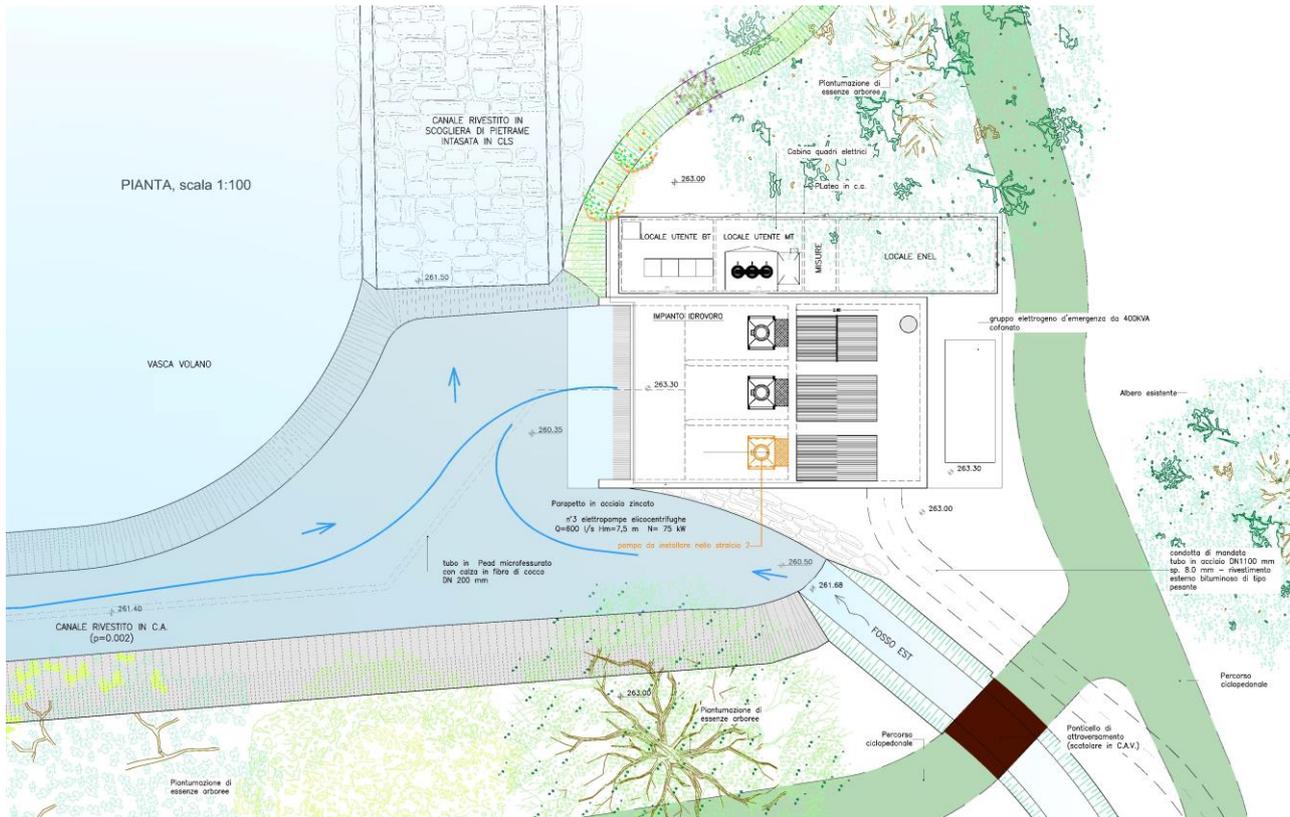


Figura 4-11: pianta dell'impianto idrovoro (estratto elaborato T-07).

SEZIONE C-C, scala 1:50

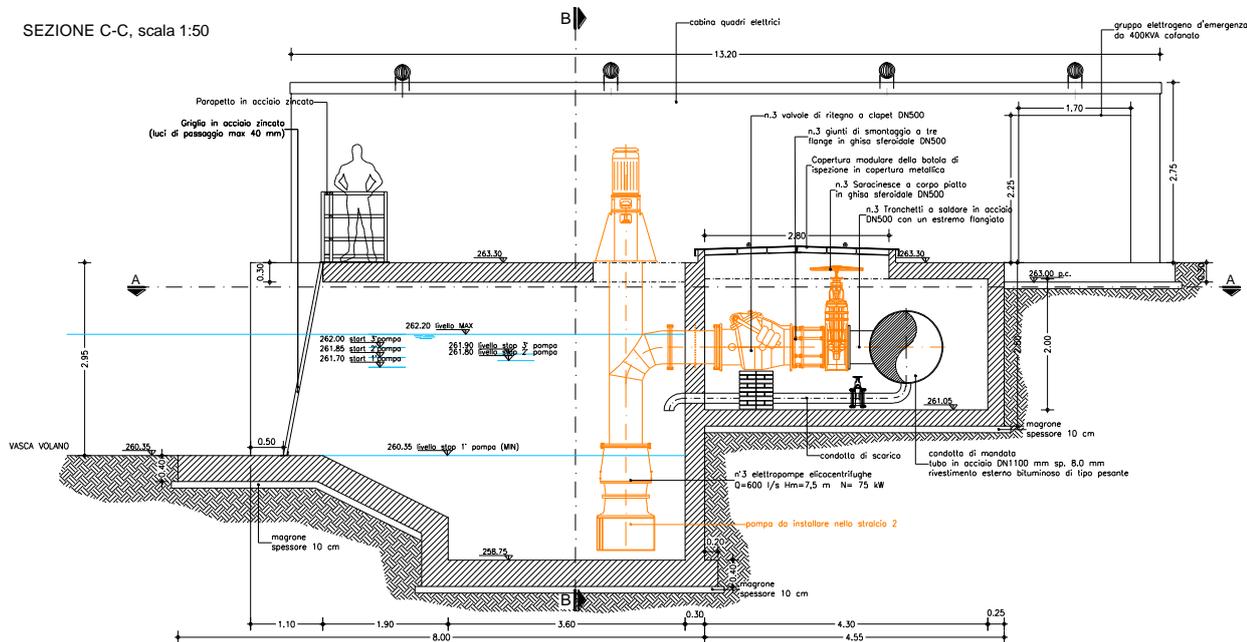


Figura 4-12: sezione dell'impianto idrovoro (estratto elaborato T-07). In arancione le opere previste nel 2° stralcio funzionale

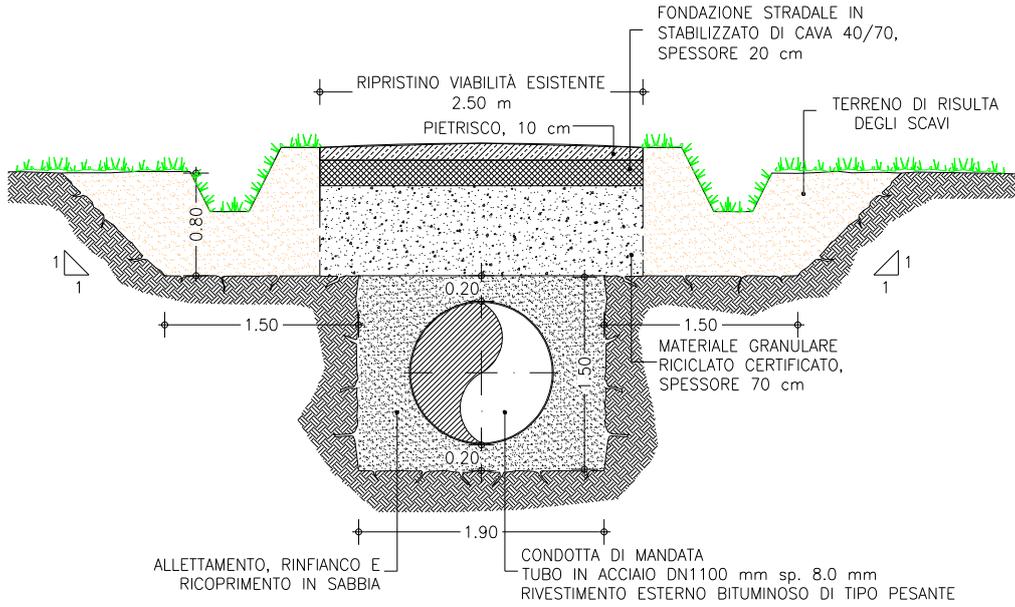


Figura 4-13: sezione tipo di posa in opera della condotta di mandata (estratto elaborato T-07).

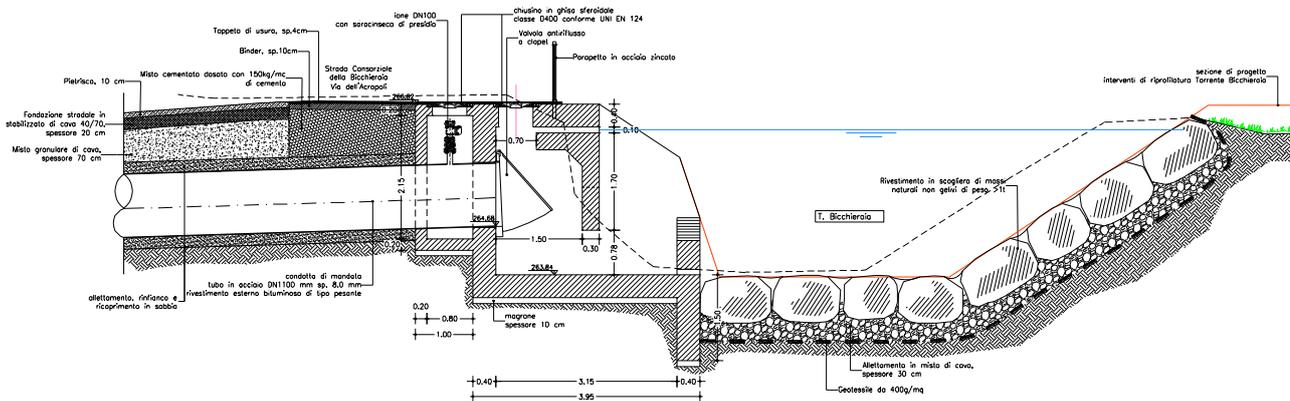


Figura 4-14: manufatto di scarico sul T. Bicchieraia (estratto elaborato T-07).



Figura 4-15 Vista in direzione dell'impianto idrovoro dall'intersezione fra via Nazareno Borghini, via Divisione Garibaldi e via di Castel secco, che verrà occultata dalla presenza delle alberature esistenti in fregio alla viabilità locale



Figura 4-16 Vista in direzione dell'impianto idrovoro dall'ingresso all'Arezzo Sport College lungo via di Castelsecco, che verrà occultato dalla presenza degli edifici esistenti



Figura 4-17 Vista in direzione dell'impianto idrovoro da via Nazareno Borghini (la cui ubicazione è indicata con la freccia). La distanza contribuirà a ridurre la percezione visiva per l'evidente effetto prospettico, nei punti in cui non sono presenti essenze arboree in fregio alla viabilità

Sul lato sud della vasca volano è prevista la realizzazione di un'opera di scarico in fognatura costituita da una condotta in cls DI 500 mm dotata di griglia all'imbocco, paratoia di regolazione in acciaio INOX e valvola antiriflusso a Clapet allo sbocco per impedire flussi retrogradi.

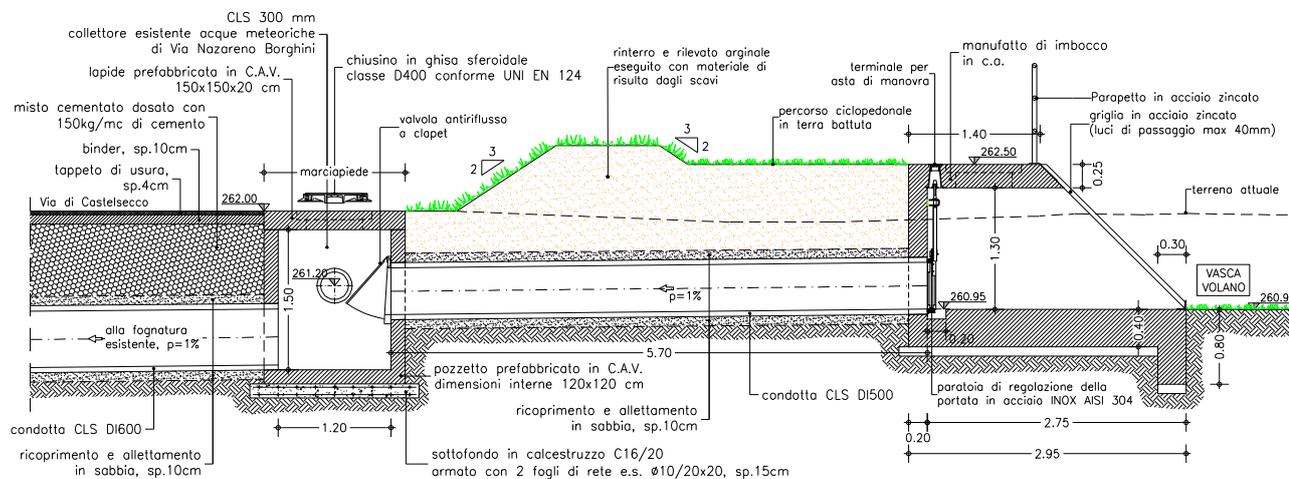


Figura 4-18: manufatto di scarico della vasca volano in fognatura (estratto elaborato T-07).



5 SUDDIVISIONE IN N°2 STRALCI FUNZIONALI

Il recepimento delle prescrizioni del Genio Civile hanno reso necessario apportare importanti modifiche al progetto, principalmente in termini di riduzione della volumetria della vasca volano e conseguente necessità di raddoppiare le portate da conferire al corpo idrico recettore costituito dal T. Bicchieraia. Il potenziamento dell'impianto idrovoro ha determinato il superamento dei 100 kW di potenza installata, rendendo necessario prevedere l'aggiunta di una cabina elettrica di trasformazione MT/BT, nonché modificare il diametro della condotta in pressione di scarico nel T. Bicchieraia da 900 mm a 1100 mm.

Tali modifiche hanno comportato un incremento dell'importo dei lavori e, conseguentemente, del quadro economico, rendendo necessaria una suddivisione in n°2 stralci funzionali, articolati realizzando nel 1° stralcio tutte le opere di progetto ad eccezione della realizzazione del fosso Est e dell'installazione di una delle 3 pompe a servizio dell'impianto idrovoro.

Le opere la cui realizzazione è posticipata al 2° stralcio sono rappresentate negli elaborati grafici di progetto.

Il 1° stralcio è funzionale in quanto in grado di svolgere già da solo buona parte della riduzione del rischio idraulico fino ad eventi di piena con TR = 30 anni che il progetto complessivo è in grado di conseguire. Per ulteriori dettagli circa la funzionalità idraulica delle opere di 1° stralcio si rimanda all'elaborato R-02 "Relazione idrologico-idraulica".



6 DIMENSIONAMENTO ED EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

Per il dimensionamento delle opere e le analisi circa l'efficacia idraulica degli interventi si rimanda all'elaborato *R-02 "Relazione idrologico idraulica"*, da cui si può evincere l'effetto positivo dell'intervento in termini di mitigazione del rischio di allagamento dell'area urbana e delle relative infrastrutture stradali di viale Giotto, via Raffaello Sanzio e via Benedetto da Maiano.

Infatti, in caso di evento meteorico intenso, la capacità di invaso della vasca volano permetterà un accumulo temporaneo dei volumi di pioggia tale da consentire una significativa riduzione della portata al colmo di piena afferente alla rete fognaria, con una significativa riduzione dei fenomeni di allagabilità. In particolare, nel caso di evento critico trentennale di durata 30 minuti, a seguito della realizzazione dell'intervento di progetto il massimo contributo afferente alla rete fognaria, generato dal bacino intercettato dai nuovi collettori (circa 76 ha), passerà da circa 10 m³/s a 0.67 m³/s ovvero con una riduzione di circa il 93% della portata al colmo.

7 IMPIANTO IDROVORO: STRUTTURE

L'impianto idrovoro è costituito da una struttura scatolare in c.a. interrata su tre lati, ed aperto sul lato di accesso alla vasca volano. La porzione anteriore del manufatto, collocata a +260.35 m s.l.m., atta a ricevere l'acqua dalla vasca volano, prevede la presenza di una griglia di protezione all'ingresso. La porzione interiore, avente estradosso della platea a +258.75 m s.l.m. è suddivisa in tre porzioni mediante l'uso di 2 setti interni in c.a. di spessore 20 cm. A tergo della camera di pompaggio è presente invece una camera impiantistica (estradosso della fondazione +261.05 m s.l.m.) dove sono presenti le condotte di mandata in acciaio oltre alle saracinesche di chiusura. La struttura ha un ingombro totale in pianta di 11.46 m x 6.70 m e raggiunge un'altezza di 4.60 m nella parte più profonda. Le pareti esterne controterra in c.a. presentano uno spessore di 30 cm nella camera di pompaggio e di 25cm nella camera di servizio. Il setto di separazione che delimita le due porzioni della struttura possiede uno spessore di 30 cm. La fondazione è costituita da solette in c.a. di spessore pari a 40 cm (ad esclusione della soletta della parte ospitante valvole e apparecchiature che ha spessore di 25 cm). La copertura è costituita da una soletta di spessore pari a 25 cm e da travi in c.a. caratterizzate da una base di $B = 50$ cm ed un'altezza $H = 25$ cm. Per maggiori dettagli riguardo la geometria del manufatto, si rimanda alle Tavole allegate. Le strutture del manufatto saranno realizzate con calcestruzzo C32/40 gettato in opera, armato con barre in acciaio B450C, adottando un copriferro di 4 cm.

L'analisi strutturale del manufatto è stata condotta attraverso il programma di calcolo automatico agli elementi finiti Mastersap 2021 della AMV Software Company e si riferisce all'intera struttura del manufatto. Le pareti verticali, la soletta di copertura e le platee di fondazioni sono state modellate mediante elementi piani a quattro nodi (shell 2D) mentre l'interazione terreno-struttura in fondazione è stata schematizzata attraverso vincoli elastici alla Winkler.

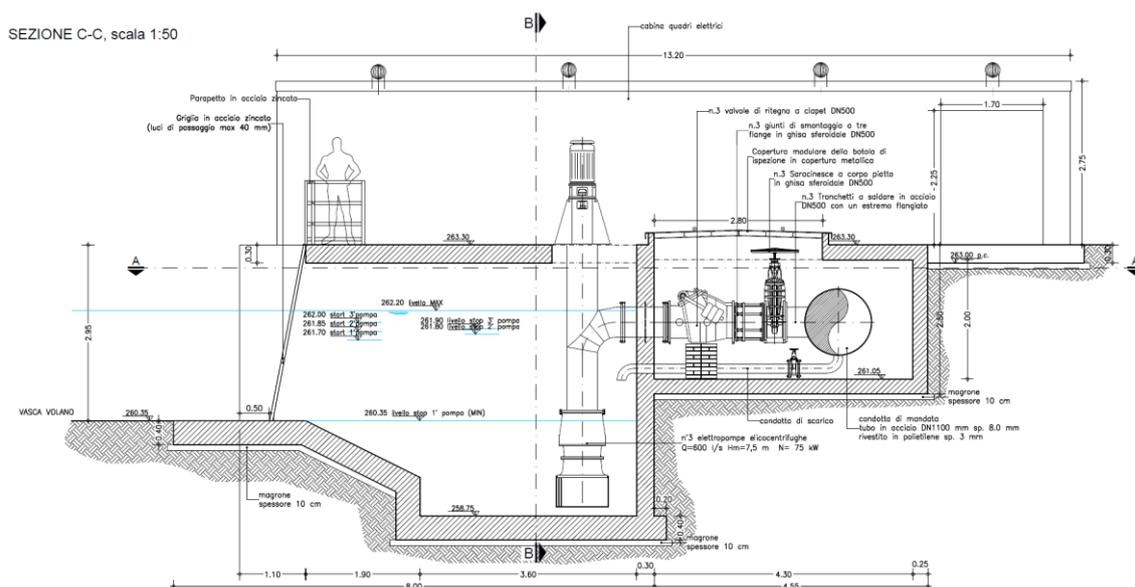


Figura 19 Impianto idrovoro - sezione longitudinale

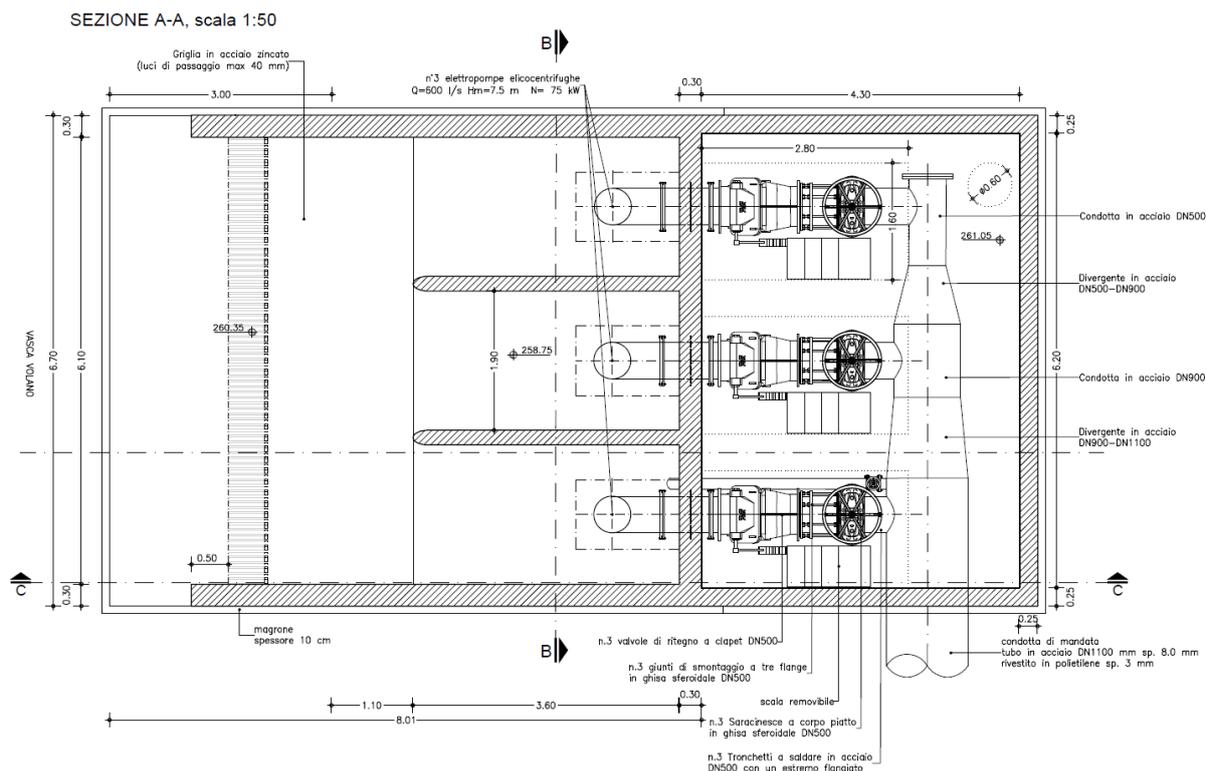


Figura 20 impianto idrovoro - pianta

7.1 analisi dei carichi

Di seguito si descrivono i carichi adottati nella verifica del manufatto ai sensi delle normative vigenti, D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare n.7 del 21 gennaio 2019 (NTC 2018).

7.1.1 Pesi propri degli elementi strutturali (G1)

I pesi propri degli elementi strutturali della struttura in elevazione sono stati tenuti in conto dal programma di calcolo MasterSap della AMV Software Company.

7.1.2 Carichi permanenti (G2)

Peso copertura forometrie per accesso saracinesche: (G2-1) 50 kg/m²

Peso apparecchiature: (G2-1) 6 t

Il peso delle apparecchiature e degli impianti presenti nel vano posteriore è stato considerato come un carico di superficie uniformemente distribuito pari a 200 kg/m², agente sulla platea di fondazione a 261.05 m.

Peso elettropompe: (G2-1) 2700 kg/cad

Viene preso in considerazione il peso proprio per cadauna elettropompa ed è applicato sottoforma di carico uniformemente distribuito in corrispondenza delle aperture in cui si inseriscono questi elementi grazie all'ausilio di elementi beam fittizi.

Spinta delle terre: (G2-1) 0÷4021 kg/m²

Viene considerata la spinta delle terre sulle pareti perimetrali del manufatto. La spinta orizzontale massima al fondo della vasca ($z_{min} = -4.6m$ da p.c.) è pari a $S = \gamma K_A z_{min} = 4021 \text{ kg/m}^2$, dove $\gamma = 1900 \text{ kg/m}^3$, $\varphi = 22^\circ$, $K_A = (1 - \sin \varphi) / (1 + \sin \varphi) = 0.46$. Tale spinta viene applicata come carico triangolare linearmente



crescente con la profondità sugli elementi bidimensionali dei muri laterali nel modello di calcolo elaborato su Mastersap2021.

Spinta acqua interna: (G2-2) $0 \div 3710 \text{ kg/m}^2$

è stata considerata la spinta idrostatica sulle pareti interne della camera di alloggiamento pompe dell'impianto idrovoro nella condizione di massimo riempimento della vasca volano, fino alla quota di 262.20 m. La vasca prevede la presenza al suo interno di acqua (peso di volume $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$), che è stata considerata sfavorevolmente da quota +0.00 a quota +3.71 circa del modello. La presenza di questa azione viene modellata come un carico idrostatico agente ortogonalmente alla superficie delle pareti esterne e del setto di separazione, con un valore linearmente crescente dal pelo libero del fluido fino al fondo.

Sovrappinta carichi esterni: (G2-1) $157 \div 101 \text{ kg/m}^2$

Sui setti perimetrali contro terra nord e ovest viene considerata, in virtù della presenza di installazioni impiantistiche adiacenti, una sovrappressione orizzontale dovuta alla spinta delle terre generata da detti carichi verticali.

7.1.3 Carichi variabili (Q)

Carico eccezionale automezzo distribuito: (Q1) 1500 kg/m^2

è stata considerata la presenza di un carico dovuto alla presenza accidentale di veicoli di manutenzione sulla soletta in c.a. di copertura.

Accidentale copertura metallica delle botole di ispezione valvole: (Q2) 150 kg/m^2

Accidentale soletta di copertura in c.a.: (Q2) 400 kg/m^2

Si considera un carico variabile in caso di manutenzione delle apparecchiature.

Carico da neve: (Q3) 90.13 kg/m^2

7.1.4 Spinte idrostatiche esterne (G2-1)

Operando a favore di sicurezza, è stata considerata nelle verifiche strutturali un valore di soggiacenza della falda pari al massimo osservato durante la campagna geognostica corrispondente ad una profondità di 1.5 m dal piano campagna (+261.50 m). Le spinte idrostatiche sui setti perimetrali dovute alla falda sono state quindi prudenzialmente riferite a questo livello.

Le sottospinte idrauliche sono invece state riferite ad un valore di interpolazione lineare tra il livello massimo della falda sulla parete nord (soggiacenza 1.50 m da p.c) ed il livello minimo della stessa in corrispondenza dell'imbocco della vasca volano.

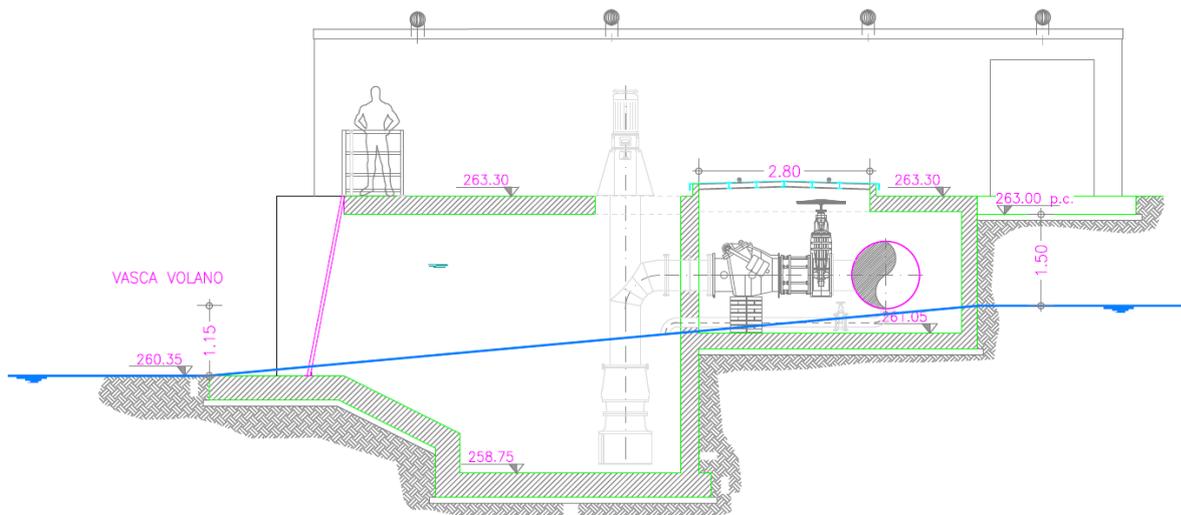


Figura 21 Andamento falda considerata nelle verifiche di galleggiamento

7.1.5 Azione sismica (E)

La struttura dell'impianto idrovoro è costituita da un manufatto scatolare in c.a. rigido di fatto pressochè completamente interrato. L'effetto dei carichi sismici è stato quindi introdotto a modello mediante la presenza di sovraspinte statiche equivalenti proporzionali alla massima accelerazione orizzontale in sito a_{max} , corrispondente alla PGA, come indicato al par. 7.11.6.2.1 delle NTC 2018.

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

$$a_{max} = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g = \text{accelerazione massima al sito} = 0.253 \text{ g}$$

$$\beta_m = 1$$

Poichè i muri controterra non sono liberi di subire spostamenti relativi al terreno durante il sisma è stato considerato un valore di β_m unitario.

Il valore delle sovraspinte dovute al sisma e dedotte a partire dai coefficienti sismici orizzontali e verticali è stato dedotto mediante la teoria di Mononobe - Okabe. Questa azione statica equivalente, assunta agente su tutti i muri perimetrali come uniformemente distribuita è diversificata tra i vari setti solo in funzione della differenza tra la quota di imposta del setto e la sommità dello stesso.

Parete	Altezza sottoposta a spinta (m)	Contributo sismico (kg)	Sovrappinta sismica (kg/m ²)
1	3.00	7870	2624
2	3.44	10350	3009
3	4.6	18500	4022
4	2.23	4348	1950



7.2 Combinazioni di carico

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M.14.01.2018 per gli stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

I valori adottati per i coefficienti di sicurezza γ e ψ per le diverse categorie di azioni sono quelli indicati nella Tab. 2.6.I e 2.5.I delle NTC 2018.

Le combinazioni di calcolo considerate nell'analisi della struttura sono ricavate a partire dalle azioni descritte nei precedenti paragrafi e vengono così combinate per le verifiche del manufatto.

7.2.1 Combinazioni di stato limite ultimo

Combinazioni SLU/SLV statiche		P.Proprio	Perm.Portati		Accidentali			Sis.
Azione dominante	Codice	G1	G2-1	G2-2	Q1	Q2	Q3	E
Accidentale	SLU 5	1.3	1.3	1.3	0	1.5	0.75	0
Accidentale	SLU 6	1.3	1.3	0	0	1.5	0.75	0
Eccezionale	SLU 3	1.3	1.3	1.3	1.0	0	0	0
Eccezionale	SLU 4	1.3	1.3	0	1.0	0	0	0
Sismica	SLV 1	1.0	1.0	0	0	0.8	0	1.0

7.2.2 Combinazioni di stato limite di esercizio

Combinazioni SLE		P.Proprio	Perm.Portati		Accidentali		
Nome	Codice	G1	G2-1	G2-2	Q1	Q2	Q3
Rara vasca piena	SLER12	1.0	1.0	1.0	0	1.0	0.5
Rara vasca vuota	SLER9	1.0	1.0	0	0	1.0	0.5
Frequ. vasca piena	SLEF11	1.0	1.0	1.0	0	0.9	0
Frequ. vasca vuota	SLEF10	1.0	1.0	0	0	0.9	0
Qp. vasca piena	SLEQ14	1.0	1.0	1.0	0	0.8	0
Qp. vasca vuota	SLEQ13	1.0	1.0	0	0	0.8	0

7.3 Modello di calcolo

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati sono effettuati con il software MasterSap 2021 della AMV Software Company.

I calcoli strutturali sono stati eseguiti in base alla normativa vigente per le costruzioni in zona

sismica (NTC2018 e relativa circolare applicativa), combinando l'effetto dei carichi verticali (permanententi e accidentali) con l'effetto delle azioni sismiche. È stata eseguita un'analisi statica e un'analisi statica equivalente.

La struttura è stata schematizzata mediante elementi bidimensionali opportunamente meshati ed elementi monodimensionali a sezione rettangolare costante. Per applicare i carichi in corrispondenza delle forometrie delle botole di ispezione del valvolame sono stati utilizzati elementi beam fittizi a peso nullo e rigidezza trascurabile. Si riportano di seguito le immagini 3D del modello strutturale realizzato.

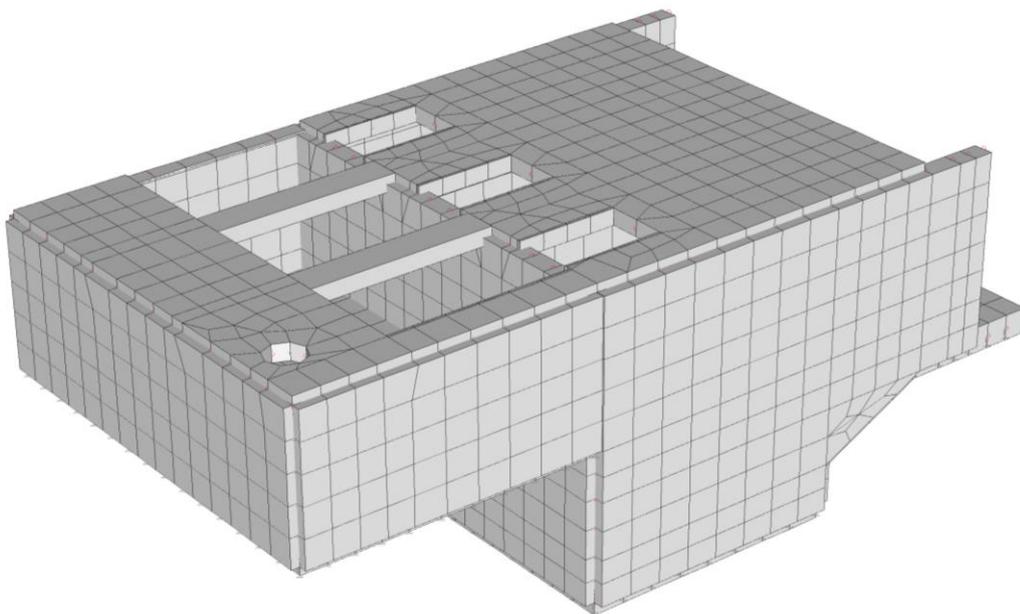


Figura 7-22 Vista 3D del modello strutturale.

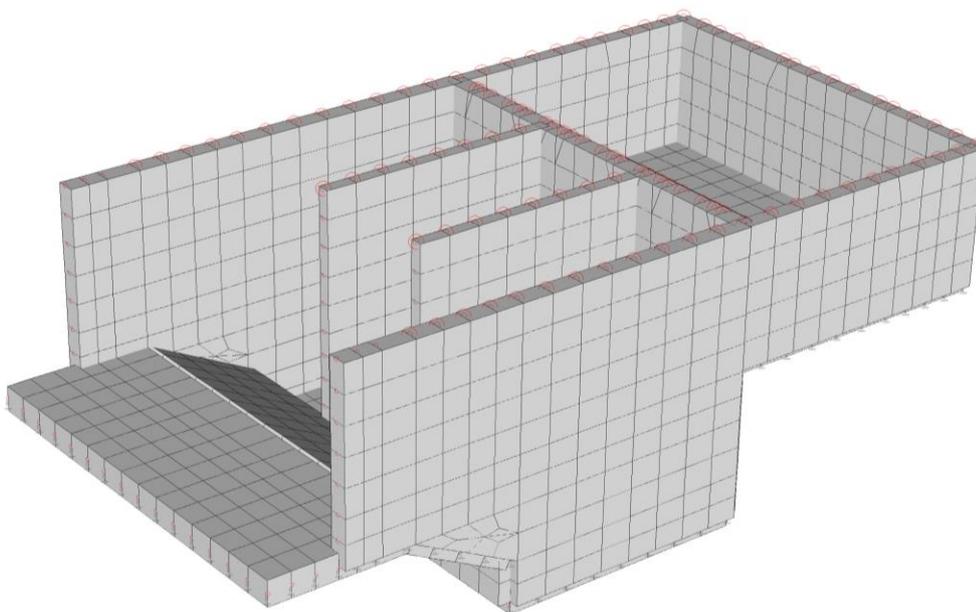


Figura 7-23 Viste 3D del modello strutturale. (è stata disattivata la soletta di copertura per permettere la visualizzazione dei setti interni)



7.4 Verifiche

Il manufatto, in classe d'uso II, è stato verificato in ottemperanza alla normativa vigente. Si osserva come la presenza di setti bi-dimensionali, anche inclinati, incida sulla rigidezza e monoliticità della struttura, limitando le deformazioni pressoché al cedimento rigido delle fondazioni.

7.4.1 Classe di esposizione e copriferro

L'esposizione delle strutture all'azione diretta dell'acqua e la presenza di un livello variabile di acqua all'interno dello stesso manufatto determinano l'insorgere della classe di esposizione XC4 che, ai sensi della Tab. 4.1.III NTC2018, determina l'insorgere di condizioni ambientali aggressive. Le stesse quindi pongono la scelta dei parametri corretti w_1 e w_2 dello stato limite di fessurazione in accordo alla Tab. 4.1.IV della stessa norma.

La scelta del copriferro è stata invece determinata nel rispetto del pt. 4.1.6.1.3 delle NTC2018, considerando in condizioni aggressive un copriferro minimo $C_{min} = 30mm$ per strutture a piastra cui è stato sommato un incremento di 10mm dovuto alle incertezze in fase di posa delle armatura ottenendo un copriferro di progetto pari a $C = 40mm$. La classe di esposizione ambientale XC4 in presenza di condizioni ambientali aggressive impone l'impiego di CLS di classe C32/40.

7.4.2 Verifiche SLU e SLE

Le verifiche sia a stato limite ultimo che di fessurazione risultano soddisfatte adottando l'armatura di seguito riportata e rappresentata nella tavola di progetto T10:

- Pareti verticali esterne ed interne del manufatto e soletta di copertura (spessori rispettivamente di 30, 20 e 25 cm): $\phi 12/20$ in entrambe le direzioni con staffe $\phi 8$ in ragione di $9/m^2$.
- Solette di fondazione di spessore 40cm: $\phi 14/20$ in entrambe le direzioni
- Travi in copertura: 3+3 $\phi 12$ con staffe $\phi 8/13$

7.4.3 Verifiche di galleggiamento

Le verifiche di galleggiamento del manufatto sono state realizzate in ottemperanza al paragrafo 6.2.4.2 delle NTC2018.

L'azione instabilizzante dovuta alle sottopressioni idrauliche è stata valutata in presenza dei massimi livelli di falda, con la stessa posizionata a circa 1.5m dal p.c. sul lato nord dell'impianto idrovoro e coincidente con il p.c. sul lato sud adiacente alla vasca volano (rif. Figura 21).

La normativa impone la condizione di verifica:

$$V_{inst,d} = Sw \cdot \gamma_{G1} \leq G_{stb,d}$$

dove:

$$V_{inst,d} = \text{Sottospinta idraulica} = Sw \cdot \gamma_{G1max} = 116'320 \text{ kg} \cdot 1.1 = 128'000 \text{ kg}$$



$$G_{stb,d} = \text{Peso del manufatto} = G_1 \cdot \gamma_{G1min} = 210'300 \text{ kg} \cdot 0.9 = 189'000 \text{ kg}$$

Nella valutazione del peso delle struttura è stato considerato il solo peso proprio del calcestruzzo in assenza di ogni peso permanente portato. È stata pertanto considerata la configurazione maggiormente conservativa di fine costruzione.

La verifica è soddisfatta.



8 IMPIANTO IDROVORO: IMPIANTI ELETTRICI

8.1 Dimensionamento della potenza del motore elettrico accoppiato alla pompa

La potenza resa dal motore elettrico è, secondo buona norma e come tradizionalmente assunto per gli impianti di pompaggio, maggiore del 15% rispetto alla potenza assorbita dalla pompa. L'equazione per il calcolo della potenza assorbita è:

$$P_a = \frac{Q \cdot H \cdot \rho \cdot g}{\eta_p} =$$

dove:

P_a = potenza assorbita in kW

Q = portata volumetrica in m³/s

H = prevalenza pompa in m

ρ = densità in kg/dm³

g = accelerazione di gravità in m/s²

η_p = rendimento pompa

$$P_a = \frac{0,6 \cdot 7,5 \cdot 1 \cdot 9,81}{0,835} = 52,9 \text{ kW}$$

La potenza resa dal motore dovrà essere pari a =

$$52,9 \text{ kW} + 15\% = 60,9 \text{ kW}$$

Viene pertanto selezionato un motore elettrico asincrono trifase della grandezza normalizzata da 75 kW.

8.2 Determinazione della potenza nominale del trasformatore MT/BT in cabina elettrica

L'impianto di sollevamento ad uso idrovoro prevede l'installazione di 3 elettropompe ad asse verticale con portata nominale 600 l/s - prevalenza 7,5 m - potenza nominale del motore elettrico pari a 75 KW. Tensione elettrica nominale di alimentazione motori 400 V.

Nel funzionamento previsto in progetto le tre elettropompe con motori elettrici da 75 KW-400V sono tutte previste in servizio.

Pertanto il regime di funzionamento automatico dell'impianto prevede al massimo in servizio in parallelo idraulico:

n° 3 elettropompe a giri variabili con motore elettrico da 75KW azionate tramite convertitori statici di frequenza in tecnologia PWM;

Corrente nominale (1/1 carico) del motore elettrico da 75 KW relativo all'elettropompa: 145A circa;

Considerando il regime di funzionamento alle condizioni nominali l'assorbimento principale al



massimo può essere di: $145A+145A+145A$ +gli assorbimenti per i servizi ausiliari d'impianto che nello specifico comprenderanno il sistema di illuminazione e prese di servizio, la ventilazione assistita della cabina elettrica , gli ausiliari nei quadri elettrici MT e BT, le perdite per effetto joule in cavi e condensatori di rifasamento del trasformatore, assorbimenti e perdite nel quadro BT di controllo del G.E. d'emergenza, perdite nei convertitori di frequenza e che complessivamente si valutano in circa = 23A

Per il dimensionamento consideriamo la potenza di targa.

A regime pertanto complessivamente nella peggiore ipotesi ed al 100% della potenza di targa dei principali motori elettrici funzionanti in impianto avremo pertanto al massimo come potenza apparente per i carichi vari:

$$1,732*400*458=317,3 \text{ KVA}$$

Scegliendo il trasformatore MT/BT in cabina con potenza nominale di 400 KVA si è ben cautelati e con un primo margine teorico di circa il 17,3%.

Quindi la scelta è caduta su n° 1 trasformatore elettrico MT/BT da **400 KVA in resina**.

Il trasformatore è previsto nella versione "resina" con le classi di perdita A0,Ak.

Vale la pena ricordare comunque che un trasformatore della stessa potenza di targa, nella serie ermetica ad isolamento in olio avrebbe avuto delle performance anche superiori sia in termini di perdite complessive che di rumorosità in dBA (circa 600W in meno come perdite e circa 10 dBA come rumorosità) anche se si avrebbe avuto la presenza di una certa quantità (circa 290 litri) di liquido isolante infiammabile. Tuttavia il trasformatore dovrebbe rimanere praticamente sempre inserito (anche se in buona parte del suo tempo praticamente a vuoto).

8.3 Determinazione della sezione del conduttore tipo FS17 per la messa a terra del centro stella trasformatore MT/BT in cabina con il sistema TN

Riferimento principale: CEI 64-8

La corrente nominale al secondario 400 V del nuovo trasformatore MT/BT in resina è di 577,37A.

La tensione nominale di c.to c.to del trasformatore è stabilita in: 6%

Il valore efficace della corrente di c.to c.to simmetrica trifase al secondario del nuovo trasformatore vale 9,238 KA.

Per un guasto fase-fase a terra al secondario del trasformatore in cabina subito ai suoi morsetti BT, con collegamento a stella con neutro accessibile, la protezione che interviene è la 51>> se viene regolata ad esempio a 150..160A (soglia regolata per far aprire il DG in 0,45s) sul relè di massima corrente indiretto lato MT in quanto:

$$I_{2cc} \text{ riferita al primario del trasformatore vale: } (9238*400):20000=184,8A \text{ circa (minore di 600).}$$



La soglia di massima corrente 50(l>>>) potrebbe venire regolata a 185A (questa apre il DG in 0,12s).

Ovviamente al fine di poter proteggere il trasformatore in caso di un guasto bifase ai suoi morsetti secondari sarà il caso di regolare la soglia 50 del relè a valori non superiori di 185A.

Nel nostro caso e cautelativamente avremo pertanto una I²t lasciata fluire pari a $9238^2 \cdot 0,45$ (+0,01s) considerando anche l'errore dei TA del sistema di protezione (es. +/-0,2% da 20 al 120% In) e la risoluzione sul tempo t della protezione indiretta (0,01s) = $39256696A^2s$

In genere si indica di prevedere come tempo totale di interruzione i 0,5s mentre il tempo totale d'apertura dell'interruttore MT è in realtà sempre compreso tra i 55 ed i 60ms.

Massima I²t lasciata fluire ai fini del calcolo pari a $9238^2 \cdot 0,46s = 39256696A^2s$

La sezione del PE relativo alla messa a terra del neutro BT del trasformatore si calcola con la formula prevista da CEI 64-8 al par. 434.3.2 in relazione all'energia specifica passante che viene lasciata fluire dal sistema e considerando per il conduttore PE il coefficiente K=115 (conduttore in rame isolato in PVC fino a temperatura finale di 160°C) sarà pertanto non minore di:

$(\sqrt{39256696A^2s})/115 = 54,49$ circa e che viene portata a quella prossima superiore commerciale di **70mmq**.

8.4 Dimensionamento del gruppo elettrogeno

Il gruppo elettrogeno d'emergenza viene dimensionato in modo da alimentare l'impianto idrovoro (ossia 3 gruppi elettropompa principali da 600 l/s ciascuno) ed i servizi ausiliari generali della centrale.

A questo scopo il nuovo quadro elettrico BT di distribuzione – comando e controllo delle elettropompe principali dispone dell'interruttore automatico generale quadripolare.

A valle delle sbarre principali di distribuzione nel quadro elettrico principale sono previsti su ciascuna partenza adeguate protezioni per gli inverter delle elettropompe e su quelle che alimentano i S.A. di centrale.

Le 3 pompe da 600 l/s in progetto costituiscono il maggior carico utilizzatore e vengono avviate tramite inverter.

Si considerano poi come carichi ausiliari in parte temporanei quelli relativi alle altre utenze fm minori di centrale, che si possono assumere pari a complessivi 20/25 KVA circa.

Come caratteristiche prestazionali del sistema diesel-generatore consideriamo che il generatore con eccitazione Brushless sia dotato di regolatore automatico di tensione del tipo statico elettronico AVR.

Come motore diesel si è considerato il tipo ad iniezione diretta, turbocompresso e raffreddato ad acqua, con il ventilatore aria di raffreddamento calettato sull'albero e con velocità



nominale del motore diesel 1500rpm.

In questo tipo di gruppi elettrogeni normalmente il sistema del generatore elettrico accetta degli assorbimenti in corrente di 2,2/2,3 In per i brevi tempi d'avviamento delle pompe senza provocare cadute di tensione superiori al 15% della loro tensione nominale di targa.

Ciò considerato si calcola in prima battuta la somma dei carichi elettrici ai fini "statici" e poi si effettua la verifica considerando i carichi cosiddetti "dinamici" ovvero la situazione più impegnativa e transitoria che si verificherà in fase d'avviamento non simultaneo dei maggiori carichi costituiti dalle elettropompe.

In via cautelativa ai fini dei calcoli si fa riferimento alle correnti nominali delle varie utenze elettriche che saranno da alimentare.

Nello specifico avremo che per alimentare n°3 gruppi elettropompa da 600 l/s ed i servizi ausiliari della centrale:

a) come carichi continui nominali installati avremo assorbimenti in corrente per $(3 \times 145 \times 1,02) + 23 = 466,7A$;

b) come carichi transitori e considerando che le pompe vengano avviate in modo non simultaneo avremo invece assorbimenti in corrente per $(435 \times 1,02) + (23 \times 2 \text{ circa}) = 489,7A$ per qualche avvio ausiliario minore compreso, dal momento che con l'utilizzo degli inverter l'avviamento dei motori principali avviene in modo graduale e generalmente al limite della loro corrente nominale.

Pertanto il sistema vedrà una potenza apparente continua come in a) $= 466,7 \times 400 \times 1,732 = \text{ca } 323,33KVA$ circa, mentre in

b) il sistema vedrà una potenza apparente transitoria (durerà al massimo per 10/15 s) al valore di $489,7 \times 400 \times 1,732 = \text{ca } 339,3KVA$ circa.

Vista la normale caratteristica esterna dei generatori sincroni Brushless con AVR ricordata prima, che risultano superare senza problemi sovraccarichi temporanei in corrente dell'ordine di 2,2/2,3 In avremo che la potenza apparente da considerare ai fini del dimensionamento dell'alternatore potrebbe teoricamente limitarsi a $323,33/2,2 = \text{ca } 146,97 KVA$ circa.

Ma in questo caso il valore **minimo a 40°C** da prendere in considerazione è quello dovuto alla condizione di cui in a) ossia quello dei 323,33 KVA ai fini anche delle altre considerazioni sotto.

Vista poi l'importanza del sistema idraulico a scopo idrovoro è il caso di mantenere degli ulteriori margini che permettano ad esempio di regolare ampiamente i vari sistemi ed assicurare ottima stabilità della tensione elettrica anche in caso d'emergenza.

Considerando le grandezze commerciali normalmente disponibili è quindi il caso di prevedere un gruppo con potenza nominale (PRP) di 400 KVA, potenza in servizio d'emergenza (LTP) 440



KVA. Tensione nominale 400V. Frequenza nominale 50Hz.

Modello adatto per installazione "esterna" in versione con cofanatura insonorizzante.

Il motore diesel a bordo del gruppo sarà in versione turboaspirata e raffreddato ad acqua, con radiatore dotato anche di carica antigeliva, di coppa dell'olio dotata di riscaldatori elettrici ed altri accorgimenti che lo vedano sempre pronto ad intervenire in caso d'emergenza.

Ipotizzando una soluzione con motore marca Perkins il modello di motore diesel può essere ad esempio il 2206A-E13TAG3 a 6 cilindri e cilindrata 12500cc per la grandezza 400 KVA. Come statismo dell'alternatore si può considerare il valore +/- 1%.

Naturalmente sarà il caso di prevedere un'autonomia di servizio di almeno 6 ore prima di dover intervenire con una ricarica di carburante per cui considerando il consumo dal 75 al 100% della potenza di circa 62 l/h la capacità complessiva del sistema serbatoio incorporato alla base dovrà essere almeno di 372 litri.

E' il caso di considerarlo per capacità utile più prossima e standard di 400 litri.

Il sistema d'emergenza potrà avere il suo quadro elettrico in versione con la commutazione automatica di rete a bordo.

Ovviamente per l'installazione andranno rispettate anche tutte le condizioni previste dalla regola tecnica di prevenzione incendi.

Per la grandezza prevista in impianto sarà ad esempio sufficiente disporre di n°1 estintore d'incendio da 6kg per fuochi di classe A-B-C.

Dovrà essere previsto e presente il pulsante per l'arresto di emergenza in posizione facilmente raggiungibile e segnalata, che in questi casi ad esempio andrà ad agire sia sul circuito d'apertura dell'interruttore generale sul lato MT che sul circuito di arresto del diesel.



8.5 Calcolo delle portate delle principali linee in cavo

Metodo: CEI 64-8 - UNEL 35024-70

Quadro o linea: Vedere dati sotto

Sigla cavo o linea	Lunghezza cavo	Tipo di linea da verificare	Polarità	N. Poli caricati	In di fase prevista	Iz cavo	Tipo di curva interruttore a monte o relè / fusibile	In interruttore a monte o relè/fusibile previsto
	[m]				[A]	[A]	[curva]	[A]
1-LINEA BT TR 400	10m	FG16R16 6x1x150+1x150(N)mmq	3F+N	4	577,37	680	LSI	630(reg 580)
2-LINEA BT da/per il G.E. 400KVA.	22 m	FG16R16 6x1x150+1x150(N)mmq	3F+N	4	577,37	680	LSI	630(reg 580)
3-LINEA 1 BT P1 75KW	10 m	FG16H2R16 3x1x70mmq+PE	3F	3	145	213	v.note	200 aR e 150 su inv.
4-LINEA 2 BT P2 75KW	10m	FG16H2R16 3x1x70mmq+PE	3F	3	145	213	v.note	200 aR e 150 su inv.
5-LINEA 3 BT P3 75KW	10 m	FG16H2R16 3x1x70mmq+PE	3F	3	145	213	v.note	200 aR e 150 su inv.
6-LINEA 4 BT Ausiliari al Q G.E..	22m	FG16R16 4G2,5mmq	3F+N	3	19	12	C	10

Rif. Sigla cavo o linea	Idn interruttore a monte dove previsto	Fattore di contemporaneità	Tipo di posa della linea previsto	Dettaglio di posa	Conduttori caricati	Temperatura di riferimento (estiva massima)	Sez per cavo di fase	Installazione cavo/cavi	Icc simm. 3F in partenza linea prevista	Icc simm. 3F a fine della rispettiva linea prevista	Numero circuiti contemporanei ai fini del calcolo	Note
	[A]				[N°]	[°C]	[mm²]		[KA]	[KA]	[N°]	Unità di misura
1		1	tubo/cunicolo	21/4U	4	35	2x1x150	fascio	9,24	8,82	1	curva prot LSI
2	20	1	tubo/cunicolo	21/4U	4	35	2x1x150	fascio	8,8	7,15	1	curva prot LSI
3	v. linea inverter	1	cunicolo chiuso	33/2U	3	35	70	fascio	7,1	6,66	2	curva prot inverter
4	v. linea inverter	1	cunicolo chiuso	33/2U	3	35	70	fascio	7,1	6,66	3	curva prot inverter
5	v. linea inverter	1	cunicolo chiuso	33/2U	3	35	70	fascio	7,1	6,66	3	curva prot inverter
6		1	tubo/cunicolo	21/2M	3	35	2,5	fascio	7,1	1,3	3	curva tipo C interruttore

NOTA: Ai fini dei calcoli della Iz dei cavi sono previsti i valori di partenza delle tabelle CEI-UNEL 35024/70 e poi applicati i fattori K1,K2 correttivi per temperatura aria ambiente e numero di circuiti contemporanei in servizio in posa ravvicinata entro lo stesso cunicolo/tubo o cavidotto.



9 IMPIANTO IDROVORO: DISCIPLINARE TECNICO

9.1 Griglia fermaerbe

N. 1 griglia fermaerbe costituita da pannelli affiancati di peso tale da risultare facilmente rimovibili. Esecuzione in ferri piatti elettrosaldati, opportunamente dimensionati per resistente al carico idraulico. Completa di profilati metallici di irrigidimento ed appoggio inferiore di soglia da fissare sul piano di fondo. Il montaggio avviene accostando i pannelli l'uno all'altro e fissandoli con piastrine imbullonate.

Trattamento protettivo:

Zincatura a caldo secondo "Norme EN ISO 1461"

Dati caratteristici griglia:

larghezza fronte griglia : 6,10 m

h. fondo piano calpestio, incl. 15° : ca. 3060 mm

ferro piatto da : 60x8 mm

luce tra le barre : 40 mm

9.2 Gruppi elettropompa idrovora da 600 l/s

N. 3 gruppi elettropompa idrovora costituiti ognuno da:

Pompa tipo elicocentrifuga C2E90 ad asse verticale a colonna prevista per funzionare con corpo immerso nell'acqua da sollevare.

Costruzione:

- Succheruola in acciaio zincato
- Campana aspirante in ghisa
- Coperchio girante in ghisa
- Cassa in ghisa
- Girante a forma elicocentrifuga in bronzo o acciaio inox
- Anello di rasamento sferico in acciaio inox in corrispondenza della periferia della girante
- Tubo colonna racchiudente la linea d'assi costituito da tronchi flangiati eseguiti in acciaio zincato a caldo, con curva di mandata DN500 uscente sotto il piano di posa
- Struttura di base eseguita in acciaio zincata a caldo
- Linea d'alberi in acciaio eseguita in più tronchi collegati tra loro con giunti rigidi a sedi coniche in modo da consentirne un facile montaggio/smontaggio anche a distanza di anni
- Bussole di protezione linea d'assi, in corrispondenza dei sopporti, eseguite in acciaio cromato
- Sopporti di guida linea d'assi eseguiti in OTG, lubrificati dal liquido pompato
- Supporto reggispinga idraulica della pompa corredato di cuscinetti di guida e reggispinga lubrificati a grasso e/o olio
- Premistoppa del tipo a baderna, regolabile
- Lanterna di sostegno motore eseguita in acciaio zincato a caldo
- Giunto elastico in ghisa con il dispositivo di antirrotazione inversa



- Bulloneria in acciaio zincato
- Protezioni antinfortunistiche, smontabili, sulle finestre del giunto e del premistoppa
- Colonna pompa DN 500
- Lunghezza colonna 4,4 m, compresa la succheruola

Trattamenti protettivi:

- Le fusioni in ghisa del corpo pompa saranno verniciate con epossicatrame
- Colonna pompa, base con curva, lanterna motore saranno zincate a caldo

Motore elettrico

Costruzione:

Motore asincrono trifase con rotore in corto circuito, costruzione chiusa con grado di protezione IP 55 delle Norme UNEL, forma costruttiva V1, adatto per installazione e funzionamento all'aperto in ambiente umido.

Cassa in ghisa - rotore con gabbia in alluminio bilanciato dinamicamente - avvolgimento isolato in classe F realizzato con materiali di qualità a forte spessore – scatola morsettiera in esecuzione chiusa – raffreddamento e ventilazione esterna tramite ventola calettata sull'albero motore protetta da una cuffia metallica - supporti con cuscinetti lubrificati a grasso - potenza di targa e dimensioni in accordo alle Norme UNEL/MEC - caratteristiche elettriche conformi alle Norme CEI/IEC.

Materiali:

- Cassa : ghisa
- Albero : acciaio
- Scudi : ghisa
- Avvolgimento statorico: rame
- Cuscinetti : a sfere
- Lubrificazione cuscinetti : grasso
- Ventola : alluminio

Caratteristiche tecniche dell'elettropompa:

L'elettropompa avrà le seguenti caratteristiche nominali:

Funzionamento continuo

Liquido sollevato acqua grigliata, peso specifico 1 kg/dm³

Portata nominale l/s 600

Prevalenza manometrica m 7,5

Rendimento pompa % 83,5

Potenza assorbita pompa kW 52,9

Velocità di rotazione ≤ min⁻¹ 590

Potenza del motore kW 75

Rendimento del motore 4/4 del carico % 92

Cosφ a 4/4 del carico : 0,79

Tensione/frequenza V/Hz 400/50



Velocità di rotazione $\leq \text{min}^{-1} 590$

Collaudo secondo le Norme: UNI EN ISO 9906 Gr 1B per la pompa presso la sala prove e collaudi del costruttore; essa sarà dotata di strumentazione di collaudo completa di certificati di taratura rilasciata da laboratori autorizzati.

Accessori: complessivamente verranno forniti n. 3 coppie di ferri di fondazione in acciaio per l'ancoraggio della pompa.

9.3 Tubazioni di mandata, valvolame, accessori idraulici

N.3 Giunti di smontaggio del tipo a 3 flange DN500 completi di tiranti di contenimento.

N.3 Valvole di ritegno del tipo battente DN500 PN10, aventi il corpo, il coperchio e il battente in ghisa – le bussole ed i perni in ottone.

N.3 Saracinesche del tipo a corpo piatto e cuneo gommato DN500 PN10, a vite interna ed a comando manuale tramite volantino. Corpo, cuneo e cappello in ghisa – anelli di tenuta in ottone – flange forate secondo le Norme UNI EN 1092.

N.3 Manometri con quadrante $\varnothing 100$ mm; completi di rubinetto di esclusione.

N.3 Serie di tronchi di tubo e pezzi speciali in acciaio atti a collegare quanto sopra alle bocche delle pompe ed al collettore generale di mandata; completa di flange, bulloni e guarnizioni.

N.1 Collettore generale di mandata DN1200 rastremato al DN500 completo di: derivazioni flangiate, derivazione per lo scarico completo di valvola di intercettazione, flange, bulloni, guarnizioni e quant'altro necessario per completare il circuito idraulico di mandata secondo la disposizione ed i limiti di fornitura indicati nell'allegato disegno preliminare d'impianto.

Quanto sopra sarà dimensionato per pressioni di esercizio di 10 Atm.

Dove necessario saranno previste speciali flange mobili atte ad agevolare il montaggio e lo smontaggio dei vari componenti.

Le tubazioni saranno zincate a caldo.

9.4 Apparecchiature di MT

N°1 Manufatto prefabbricato in c.a.p. in versione "a pannelli" da assiemare sul posto e dotato di vasca sottostante sempre in c.a.p. per l'alloggiamento/transito dei vari collegamenti in cavo MT/BT con H non minore di 600mm. Opportunamente dotata di setti divisorii, passaggi per i cavi muniti di inserti isolanti a tenuta contro le infiltrazioni acqua dall'esterno.

Suddivisa in 4 locali principali separati tra loro da parete divisoria in c.a.p. spessore 9 cm, ciascuno dotato di porte e griglie in VTR con grado di protezione non minore di IP3X.

Completata con n°4 aeratori tipo eolico in acciaio inox d.250 mm a tetto e con n. 2 elettroventilatori estrattori d'aria in versione assiale ad espulsione diretta installati lungo la parete perimetrale del locale MT utente e locale BT utente, ciascuno con portata nominale non minore di



1800mc/h.

N° 1 Trasformatore principale MT/BT versione trifase in resina con perdite a vuoto e nel rame a 120°C conformi alle classi A0-10%; Ak ovvero $P_0=675W$; Pcc a 120°C=5500W-rapporto di trasformazione 20000+/-2x2,5%/400(231)V-collegamento Dyn11- completo di accessori normali , attacchi predisposti sul lato MT delle 3 colonne con piastrine per il cambio tensione a vuoto, antivibranti alla base, attacco per la messa a terra, 3Pt100 (avvolgimenti) + 1 Pt100 nel nucleo e centralina di controllo per montaggio separato.

Potenza nominale 400 KVA.

Rifasamento fisso della componente di corrente magnetizzante del trasformatore con 1 condensatore trifase BT in film di polipropilene metallizzato e contenitore di tipo isolante resistente alle sollecitazioni dovute a componenti armoniche ecc. (versione 3 In) con potenza nominale non minore di 12,5 KVAr a 415 V-50Hz con a monte sezionatore tripolare di linea $I_n=32A$ e fusibili gG da 32A.

Quadro elettrico MT 24KV e cella per il trasformatore di potenza.

N°1 Quadro elettrico di MT 24KV in versione protetta per posa interna a pavimento costituito essenzialmente da colonna MT in versione CEI 0-16 del tipo con ingresso linea dal basso ed uscita linea alimentazione trasformatore laterale in alto a destra.

Versione con tenuta all'arco interno IAC-AFL 12,5KA. Larghezza non superiore a 750mm.

Completo di sezionatore tripolare di linea in versione SF6 630A-24KV; interruttore tripolare con principio d'interruzione in gas SF6 oppure in vuoto con $I_n=630A$ - 24KV-p.d.i. 16KA con comando e dispositivo di carica molle manuale, contatti ausiliari, sganciatore d'apertura a lancio di corrente, blocco a chiave, sezionatore tripolare di messa a terra dotato di blocco a chiave. Relè statico elettronico indiretto di protezione con funzioni 51-50-51N, TA e TO conformi a CEI 0-16.

Terna di cavi MT in versione CPR RG26H1M16 con $U_0/U=12/20$ KV sez. 95mmq lato Distributore e sez. 50mmq lato trasformatore utente, completi di terminali elastomerici per interno. Serie di accessori per cabina elettrica comprensivi di pulsante d'emergenza con spia led di segnalazione circuito di sgancio attivo, schema elettrico principale d principio, cartello soccorsi, estintore a CO2 tipo fisso portatile da 6Kg, serie di cartelli segnalatori e di monito, lampada portatile d'emergenza con autonomia di almeno 30 minuti.

Formazione dello stallo di alloggio del trasformatore principale da 400 KVA tramite cella prefabbricata con struttura portante in profilati d'acciaio zincato a caldo, pannellature di segregazione in reti metalliche d'acciaio zinco-passivate ed opportunamente intelaiate, 2 ante frontali della cella eseguite come prima e munite di serratura con chiave in versione di sicurezza (Arel) interbloccata con il sez. di messa a terra al fine di scongiurare ingressi nella cella con il trasformatore in tensione.



9.5 Apparecchiature di BT

Quadro elettrico BT di distribuzione e comando automatico per 3 elettropompe idrovore dotate ciascuna di motori elettrici con potenza nominale 75KW-400V, adatti per il funzionamento tramite inverter PWM.

Carpenteria metallica del tipo a più colonne componibili accessibili sui lati e sul fronte – esecuzione adatta a realizzare un grado di protezione esterno in posa IP40 minimo ed IP2X a porte aperte.

Versione autoportante per posa a pavimento-carpenteria varia in acciaio zinco-passivato e verniciata poliestere in ciclo automatico.

Forma di segregazione 2b secondo CEI 117-13.

Norma principale di riferimento CEI EN 61439 -1/2.

Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico: 4KV per la parte principale

Tensione nominale di esercizio: 400(231)V 3F+N

Corrente nominale sbarre principali: 630°

Corrente nominale di breve durata: $I_{cw} \geq 15KA$

Ingombro indicativo :(LxPxH) 2450x625x2100mm; suddiviso in 4 colonne.

Dotato di griglie per rientro aria e cupolini di estrazione sul tetto in corrispondenza delle colonne che montano gli inverter (ciascuno dotato di proprio ventilatore a bordo dimensionato per portata nominale di 420...450mc/h).

Ingressi ed uscite delle varie linee in cavo dal basso.

Con installate e regolarmente collegate le apparecchiature sotto descritte.

Nota: configurato al fine di poter ricevere in emergenza l'alimentazione proveniente anche da un gruppo elettrogeno in caso di necessità.

La commutazione delle alimentazioni sarà del tipo manuale.

Sul lato arrivo linea BT 400V-50Hz:

N.1 Interruttore automatico quadripolare fisso con attacchi posteriori – $I_n=630A-690V$ con p.d.i. non minore di 16 KA a 440V- completo di accessori, sganciatore d'apertura a lancio di corrente, contatti ausiliari A/C/scattato e relè di protezione elettronico LSI regolabile, interblocco elettrico e meccanico con l'altro interruttore su arrivo linea per il previsto gruppo elettrogeno;

n.1 strumento multifunzione statico 96x96mm con display LCD retroilluminato;

n.3 TA di misura in classe 0,5 - rapporto 600/5A;

Per l'arrivo linea emergenza dal gruppo elettrogeno:



N.1 Interruttore automatico quadripolare fisso con attacchi posteriori – $I_n=630A-690V$ con p.d.i. non minore di 16 KA a 440V- completo di accessori, sganciatore d'apertura a lancio di corrente, contatti ausiliari A/C/scattato e relè di protezione elettronico LSI regolabile, interblocco elettrico e meccanico con l'altro interruttore su arrivo linea BT da Enel.

Set sbarre di distribuzione 4P 630A a 40°C a monte/valle interruttori principali e per la distribuzione principale;

n.1 porta-fusibile 3P 125A con fusibili gG 22x58 aventi $I_n=100A$;

n.1 SPD modulare 3P+N per sistemi TT con corrente nominale di scarica di 20 KA con onda 8/20 microsecondi - livello di protezione $U_p < 1,3KV$ – tempo di reazione < 25 nanosecondi – IP20 – tensione nominale per polo verso terra 230V – tensione massima continuativa $U_c=280V$ /polo-terra;

n.1 porta-fusibile 2P modulare 20/32A + fusibili cilindrici 8,5x32mm a monte del trasformatore per ausiliari;

n.1 trasformatore monofase in aria per circuiti ausiliari con potenza nominale 1000VA-rapporto 400/115V a servizio dei circuiti generali e relativi alle pompe ed ausiliari vari;

n.2 interruttori automatici magnetotermici 3P+N con $I_n=16A$ (termica in curva C) con P.D.I. 10KA a 440V e protezione contro guasti a terra tipo AC integrata con $I_d=0,03A$ per partenza linea alimentazione circuiti f.m. di servizio;

n.4 riscaldatori anticondensa 50W-230V con dissipatore di tipo alettato in alluminio, a comando

automatico tramite termostato, nelle colonne del quadro;

n.3 interruttori automatici magnetotermici e differenziali 2P – 10A (curva C) P.D.I 6KA con $I_d=0,3A$ per utenze 230V e disponibili;

n° 1 alimentatore stabilizzato AC/DC 230/24V – 10A con fusibili di protezione a monte e valle e 2 batterie ermetiche in tampone da 12Ah 12V;

n° 1 scaricatore di sovratensioni indotte modulare F+NPE con $I_{sn}=2,5/5KA$, $U_p=1,1KV$, $U_c=275V$ tipo III derivato sulla linea AC 230V che alimenta la strumentazione di misura e controllo del livello.

Per ciascuna delle tre elettropompe principali con motore elettrico da 75 KW - 400V:

n.1 interruttore di manovra-sezionatore 3P fisso in versione con porta-fusibile NH fino a 250A completo di 3 fusibili extrarapidi da 200A in classe aR, con custodia isolante frontale e setti tra i poli, manovra rinviata a fronte quadro ed interbloccata con la rispettiva portella, 2NO+2NC contatti ausiliari di posizione AP/CHIUSO;

n. 1 contattore tripolare di linea in versione compatta con $I_n=150A(AC3)$ completo di contatti



ausiliari;

n.1 strumento milliamperometro per c.c. 96x96mm ad incasso indicatore dell'assorbimento amperometrico lato motore montante pompa, collegato al segnale in uscita dall'inverter;

n.1 TO toroidale ed 1 relè indiretto modulare di protezione in versione selettiva per guasti verso terra del tipo sensibile a correnti di dispersione sia alternate che con componenti continue (tipo B) con soglie e tempi regolabili fino a 10s;

n.1 inverter trifase digitale con tecnologia di controllo PWM in versione con l'elettronica "tropicalizzata" idonea al servizio in ambienti con alto grado di umidità, per corrente nominale tipica in uscita 169A a 40°C e massima di 247A x 2s, dotato di scheda ausiliaria per MODBUS e corredato di tutte le principali funzioni di protezione del motore azionato;

n.1 tastierino digitale di controllo motore e di parametrizzazione riportato a fronte quadro tramite kit e relativo cavo MODBUS di prolunga relativo all'inverter;

n.1 selettore M-0-A con levetta corta;

n.1 selettore L-R con levetta corta;

n. 1 coppia di pulsanti marcia – arresto in versione a filo quadro d.22mm;

n. 1 coppia di lampade spia d.22mm led di segnalazione in marcia-ferma;

n.1 lampada spia d.22mm led di segnalazione allarme pompa/inverter;

n.1 pulsante di ripristino d.22mm in versione a filo quadro d.22mm;

n.1 circuito predisposto per inibizione dei comandi remoti dal telecomando (dal selettore);

n.1 conta-ore 48x48mm a 5 cifre;

n.1 lampada spia d.22mm led di allarme alta temperatura motore e relè elettronico per montaggio a quadro;

in comune alle 3 elettropompe:

n.1 circuito di comando e controllo automatico allarme per minimo livello ed altissimo livello in aspirazione pompe principali, comprese le lampade spia d.22mm led di segnalazione allarme;

n.1 circuito per lo sgancio d'emergenza delle alimentazioni in caso di necessità;

serie di relè istantanei per ausiliari di comando e controllo in versione su zoccolo octal od undecal – tipo a 2 o 3 scambi con contatti In=10A dotati di pulsante di prova e spia;

relè temporizzatori elettronici su zoccolo – serie H3C-R Omron od equivalenti;

minuterie varie di cablaggio, canaline in PVC, targhette indicatrici sul fronte e sui vari componenti interni, segna-fili, morsettiera di interfaccia per predisporlo ad un telecomando, ecc.....a completamento.



Quadro elettrico BT di automazione

N°1 Apposita colonna BT con ingombri indicativi 600x600x2100mm sarà dedicata all'installazione delle apparecchiature per il comando automatico delle elettropompe in funzione del livello in aspirazione e per l'allarme in caso di massimo livello allo scarico dell'impianto.

La logica programmabile prevista è in versione modulare e prevede essenzialmente:

modulo alimentatore 10A 24VDC;

modulo CPU S7-1200 2PN/DP od equivalente;

memoria micro SD, connettori frontali a vite per i vari moduli I/O, guida DIN di montaggio e minuterie varie di cablaggio;

modulo comunicazione CP 1243-1 od equivalente;

n° 2 moduli da 32 ingressi digitali ciascuno;

n° 1 modulo da 16 uscite digitali ciascuno 0,5A;

n° 1 modulo da 8 ingressi analogici 4..20 mA;

n° 1 modulo da 4 uscite analogiche 4..20mA;

n°1 switch/modem Scalance XC-200 od equivalente;

licenze d'uso per ambiente WinCC;

n° 1 pannello operatore in versione TOUCH SCREEN resistivo da 12" a colori con grado di protezione frontale IP65 per montaggio ad incasso a fronte quadro; licenza d'uso per il pannello operatore;

programmazione per il sistema PLC ed HMI che preveda a livello grafico sul pannello operatore in forma dinamica almeno 4 pagine video con integrate le variabili principali in forma ingegneristica, gli stati ed allarmi d'impianto principali con relativa storicizzazione per rendere disponibili le informazioni verso un sistema remoto di telecontrollo con protocollo standardizzato.

La programmazione del PLC dovrà includere tutte le funzioni relative al comando ON/OFF delle 3 pompe in funzione del segnale 4..20mA del livello in aspirazione impianto, generazione d'allarme in caso di massimo livello allo scarico, sequenze appropriate di comando delle utenze ausiliarie eventuali.

In ogni caso dovrà essere sempre possibile scegliere e realizzare così in modo autonomo da parte dell'operatore tutti i principali comandi ON/OFF delle varie utenze.

I comandi di arresto in emergenza installati in impianto avranno comunque la priorità assoluta rispetto a tutti gli altri livelli di comando automatici.



Accessori per controllo automatico supplementare e la protezione delle pompe dal minimo livello in aspirazione.

Serie di regolatori di livello del tipo “a boccia” IP68 completi ognuno di 13m di cavo sommergibile 3x0,75mmq e staffe in acciaio zincato od inox di aggancio dei vari cavi ecc.. per il comando automatico alternativo delle pompe rispetto al sistema della misura continua di livello e per l’arresto in caso di bassissimo livello in aspirazione pompe.

N.1 Misuratore continuo di livello in versione radar oppure ad ultrasuoni IP67 minimo con campo di misura tipico almeno fino ad 8 m – precisione non minore di 0,2% fino almeno ai 5m – uscita segnale analogico 4..20mA, adatto per servizio in esterno senza ulteriori sistemi protettivi-completo di accessori di posa quali staffa di supporto in acciaio zincato ecc..

N.1 Centralina elettronica di controllo e comando automatico pompe 96x96mm per posa ad incasso sul quadro elettrico in centrale, dotata di visore LCD, pulsanti di parametrizzazione e con 5 contatti elettrici in uscita per ON/OFF automatico delle 3 pompe, allarme alto livello in aspirazione (serie FMU90 E+H od equivalente).

Cavi elettrici di collegamento

I vari collegamenti elettrici in cavo lato BT si prevedono conformi a CPR 305/2011 e considerano le pose in interno ed esterno, ravvicinate del tipo entro canali metallici in versione

IP40/tubi a vista e/o cunicoli a pavimento chiusi con lamiera bugnate di copertura. Quelle esterne sono previste effettuate entro cavidotti in tubo interrato e per le ausiliarie in parte anche in tubi in vista. Come regimi di carico si considerano in servizio continuo alla corrente nominale per i vari utilizzatori, allo scopo di far “lavorare” i cavi a temperature superficiali a regime, non superiori ai 50°C.

Con riferimento ai principali utilizzatori:

per il nuovo quadro BT di comando pompe si considera la $I_n=630A$;

per ognuno dei 3 motori elettrici da 75 KW delle elettropompe principali il si considera la $I_n=149A$;

Sono previsti:

fino a m 10 di linea BT FG16R16 sez. 6x1x+150x1x150(N) tra il secondario BT del trasformatore da 400 KVA ed il nuovo QBT distribuzione e comando delle 3 elettropompe;

fino a m 22 di linea BT FG16R16 sez. 6x1x+150x1x150(N) tra il generatore trifase da 400KVA del gruppo elettrogeno d'emergenza ed il QBT di comando delle 3 elettropompe;

fino a m 22 di linea BT FG16R16 sez. 4G2,5mmq tra il quadro di controllo del generatore ed il QBT di comando delle 3 elettropompe per la linea ausiliaria di servizio;



fino a m 22 di linea BT FG16R16 sez. 7x1,5mmq tra il quadro di controllo del generatore ed il QBT di comando delle 3 elettropompe per segnali ausiliari a morsettiera;

m 30 di linea BT FG16H2R16 sez.3x1x70+PE tra il QBT comando delle 3 elettropompe ed i 3 motori elettrici da 75 KW;

m 12 di linea BT FG16H2R16 sez. 2x1,5mmq tra il QBT comando delle 3 elettropompe ed il trasmettitore di livello in aspirazione impianto;

m 5 di linea BT FTG10OM1 sez. 5x1,5mmq tra il QBT comando delle 3 elettropompe ed il pulsante di sgancio d'emergenza;

m 10 max di linea BT FG16R16 sez. 7x1,5mmq ulteriore per eventuale intercettazione linea dai regolatori di livello a boccia lato aspirazione pompe;

Tratti di canalizzazione a parete in acciaio zincato a caldo o meglio in AISI 304, tipo chiuso IP40 nei tratti in vista ed IP20 tipo forato nei tratti in vasca, completi di accessori speciali e di posa vari nelle zona che alimentano i 3 motori da 75KW;

Serie di percorsi in tubo PVC serie media oppure pesante tra il nuovo QBT e le utenze minori in campo (in acciaio TAZ per la formazione del punto alimentazione al pulsante d'emergenza in centrale);

Serie di terminazioni BT varie tipo A... ecc.. per i vari collegamenti in cavo BT;

serie di collegamenti ausiliari con cavi FG16R16 ed FG16H2R16 per i vari segnali digitali ed analogici tra il quadro di comando pompe ed il quadro BT di automazione.

N° 1 Serie di cartelli indicatori, di monito, di pericolo del tipo in alluminio smaltato, 1 serie di componenti ausiliari di ricambio per le apparecchiature installate (fusibili, pulsanti, selettori, lampade led, relè ausiliari, 1 relè temporizzatore, morsetti componibili).

9.6 Sistema di messa a terra d'impianto ed impianto luce

L'impianto è previsto dotato di sistema di messa a terra per distribuzione del tipo TN-S.

La scelta delle sezioni è prevista utilizzando la formula prevista da CEI al riguardo (metodo 2 all'art.n° 547.1.1 della norma CEI 64-8/5 ed al paragrafo 434.3.2 in merito alla sezione minima del conduttore PE) e quindi si prevedono:

m 5 conduttore FS17 sez. 1x50mmq tra il nuovo QMT 24KV, il QBT comando pompe in centrale ed il collettore di terra; la carcassa del trasformatore in cabina;

m 15 conduttore FS17 sez. 1x35mmq tra il nuovo QBT comando pompe per la dorsale verso i 3 motori da 75 KW;

m 25 conduttore FS17 sez. 1x50mmq tra il nuovo QBT comando pompe per la dorsale verso il generatore d'emergenza da 400 KVA;



m 6 conduttore FS17 sez. 1x50mmq tra il nuovo QBT comando pompe ed il sistema disperdente;

n° 5 dispersori a picchetto n acciaio zincato tipo a croce 50x50x5mm con L=1,5/2m posizionati entro pozzetti prefabbricati in c.a. 40x40cm completi di chiusini in ghisa classe C250;

fino a m 40 di corda di rame nuda sez.35mmq interrata;

gli altri conduttori FS17 nei vari collegamenti in cavo ausiliari sono previsti come anime nei rispettivi cavi.

Morsetteria varia per le connessioni e collettore principale interno al manufatto prefabbricato.

Verifica delle continuità e del valore di resistenza di terra raggiunto a posa impianto ultimata, secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8 ed in relazione ai dati che saranno forniti dal Distributore.

Impianto di illuminazione e prese di servizio

A servizio dell'impianto idrovoro si prevedono gli impianti di illuminazione interna ed esterna e prese di servizio. Gli impianti saranno del tipo industriale in vista, sfilabile, realizzati con punti di comando a parete entro cassette isolanti con grado di protezione tipico non minore di IP40 quelli interni e non minore di IP55 per quelli in esterno. I frutti di comando saranno in versione modulare con In non minore di 10A. Il sistema si integra, presso la zona delle elettropompe principali, con almeno n°1 palo con Hft=7m munito di apparecchio luminoso a testa palo in versione led 72W con ottica di tipo stradale(cut-off) e dotato di plinto di fondazione prefabbricato in c.a. completo di predisposizioni varie, pozzetto ispezione integrato con chiusino in ghisa classe C250. Adatto per impiego anche in zona 1.

Inoltre di 2 prese CEE IP 66 (2P+T 16A e 3P+T16A) su 1 colonnina e poste a lato della vasca ed 1 apparecchio proiettore led portatile tipo da cantiere 150W –IP65 dotato di cavo con prolunga di almeno 20m.

Per la parte illuminazione interna di servizio normale del manufatto prefabbricato:

6 apparecchi luminosi led industriali 2x24W IP65 con temperatura di colore 4000°K

apparecchio luminoso led industriale1x12W IP65 con temperatura di colore 4000°K

4 formazioni di punti di comando ad interruttore

2 formazioni di punti di comando a deviatore unipolare

Per la parte illuminazione interna di emergenza e sicurezza

3 apparecchi luminosi led d'emergenza fissi per posa a parete IP65 4W circa dotati di pittogramma e con autonomia minima di 1 ora- versione con autotest.

Per la parte illuminazione esterna normale



1 Apparecchio luminoso in versione led in classe II per fissaggio a testa palo – IP65 con corpo in alluminio pressofuso – ottica tipo stradale cut-off; potenza led non minore di 72W; temperatura di colore 4000°K, installato su palo conico in acciaio zincato a caldo con Hft=7m Ht.7,8m munito di asola con morsettiera + fusibile e dotato di plinto di fondazione prefabbricato in c.a. completo di predisposizioni varie, pozzetto ispezione integrato con chiusino in ghisa classe C250. Adatto per impiego anche in zona 1.

1 Formazione di punto di comando automatico con interruttore crepuscolare (sonda esterna separata e relè nel QBT dei S.A.).

2 Formazioni di linee di alimentazione degli apparecchi esterni luminosi con cavi FG16R16 sez. 3G2,5mmq in buona parte entro cavidotti predisposti.

Per la parte impianto prese di servizio interno

2 quadretti prese CEE interni in versione isolante per posa a parete con ciascuno installate

1 interruttore automatico magnetotermico 4P 16A con PDI non minore di 10KA;

1 presa CEE 2P+T 16A –IP66;

1 presa CEE 3P+T 16A-IP66.

linee dorsali di alimentazione a partire dal quadro BT zona dei S.A. con conduttori FS17 sez. non minore di 6mmq in tubo isolante RK serie media del diametro non minore di 25mm.

Per la parte impianto prese di servizio esterno

1 linea in cavo FG16R16 sez. 5G4mmq tra il QBT dei S.A. e le prese sopra descritte.

9.7 Gruppo elettrogeno d'emergenza

n°1 gruppo elettrogeno d'emergenza previsto per

Potenza in servizio di emergenza (LTP) a 40°C = kVA 440; kW 352

Potenza nominale in servizio continuo (PRP) a 40°C = kVA 400 kW 320 (a cosφ 0,8)

Tensione nominale (Volt) 400 – 3F con neutro

Frequenza (Hz) 50

Velocità (RPM) 1500 composto da

MOTORE DIESEL con regolatore di giri con statismo +/-1% e che prevede un consumo tipico di carburante al 75% del carico di 62 l/h, accoppiato ad ALTERNATORE SINCRONO BRUSHLESS con Potenza nominale KVA 400 a 40°C

Modello trifase con neutro accessibile, dotato di sistema di regolazione di tensione

Elettronico AVR



Grado di protezione IP21/23

Isolamento in Classe H.

ALLESTIMENTO GRUPPO ELETTROGENO STANDARD che prevede:

- Liquidi di primo riempimento (carburante escluso) con carica antigeliva per il liquido di raffreddamento del motore diesel;
- Batterie di avviamento di primaria marca ad alta potenzialità($\geq 100\text{Ah}$);
- Allestimento su basamento in acciaio completo di supporti antivibranti in gomma antiolio;
- Serbatoio combustibile a bordo del gruppo con capacità di 400 litri e munito di bacino di raccolta;
- Verniciatura poliestere previa adeguata preparazione delle superfici per l'insieme delle parti relative all'allestimento.

CABINA SILENZIATA DA ESTERNO per abbattere circa 35dbA a 7 metri.

Esecuzione in acciaio, verniciata con ciclo a polveri epossidiche RAL5015, per garantire un ottimale resistenza alla corrosione.

Materiale fonoassorbente in classe 0 resistente al fuoco e ad alto abbattimento acustico.

Ottima accessibilità per le manutenzioni ordinarie e straordinarie tramite robusti portelloni di accesso chiudibili con chiave.

Marmitta silenziatrice del tipo semi residenziale che abbatte 35dB con espulsione sul lato corto della cofanatura.

QUADRO ELETTRICO per il controllo del gruppo senza la commutazione di potenza rete/gruppo.

Logica di comando e controllo automatico completa di logiche che permette la visualizzazione e programmazione di tutti i parametri elettrici.

N° interruttore magnetotermico a 4 poli di primaria marca ed idoneo potere di interruzione e previsto come interruttore con $I_n=630\text{a}$ in versione fissa con sganciatori elettronici e protezione contro guasti a terra (differenziale) a soglie e tempi regolabili, completo di modulo contatti ausiliari spdt. sistema di test automatico periodico facilmente impostabile.

Carica batteria/e automatico di adeguata potenzialità e 2 batterie stazionarie al Pb (24V) esenti da manutenzione, di capacità adeguata e non minore di 100Ah.

Morsettiera di uscita per la parte dei comandi ed attacchi cavi da barratura per la parte potenza. Schemi elettrici unifilari e funzionali per una facile e corretta installazione.

Dotato di riscaldatore elettrico automatico per il preriscaldamento motore.

Resistenza alimentata dalla tensione di rete, in grado di mantenere la temperatura del motore



tale da consentire un avviamento istantaneo anche in condizioni di esercizio alle basse temperature ambientali.

Scaldiglia anticondensa automatica negli avvolgimenti dell'alternatore.

9.8 Collaudi e prove

POMPA

Dovranno essere forniti:

Piano di qualità contenente come minimo:

Qualifica dei procedimenti di saldatura (w.p.s.)

Certificati materiali secondo UNI EN 10204 tipo 3.1 del produttore con analisi chimica e prove meccaniche quantomeno per: Campana aspirante, Cassa, Girante, Alberi, Tubo colonna.

Collaudo presso la sala prove del costruttore

Detta sala prove e collaudi sarà dotata di strumentazione certificata completa di documenti di taratura rilasciati da laboratorio terzo autorizzato facente riferimento di riferibilità a strumentazione campione.

Le caratteristiche prestazionali oggetto di verifica saranno:

- Portata volumetrica in l/s
- Prevalenza manometrica totale in m.c.a.
- Velocità di rotazione in giri/min
- Potenza assorbita dal gruppo in kW
- Rendimento pompa.

La prova sarà condotta in attinenza a quanto indicato alla norma UNI EN ISO 9906.

- Manuale d'uso e manutenzione
- Dichiarazione CE di conformità.

Documentazione da consegnare al termine del collaudo:

- Copia del bollettino di collaudo e specifica con garanzie tecniche
- Disegno d'ingombro e della disposizione degli accessori
- N.1 copia del libretto istruzioni in lingua italiana
- Copia della certificazione ISO 9001 della società costruttrice
- Copia del certificato di taratura dello strumento di misura della sala prove
- Fotocopie delle targhette della macchina
- Copia della dichiarazione CE.

MOTORE ELETTRICO

Dovranno essere forniti:



Collaudo, da eseguirsi presso sala collaudi del fornitore.

Le prove saranno effettuate mediante strumentazione certificata completa di documento di taratura (con riferimento a strumenti campione) e secondo il piano di procedura di qualità ISO 9001.

Il motore elettrico sarà sottoposto a collaudo secondo CEI EN 60034-2; CEI2-6 fascicolo 5403 con previste le seguenti prove di accettazione:

- Prova di riscaldamento con il metodo della variazione di resistenza
- Misura della resistenza di statore
- Prova di tensione applicata (2kV per 1 minuto)
- Misura della resistenza di isolamento
- Prova a vuoto
- Prova di corto circuito per la determinazione della corrente di spunto
- Prova di sovravelocità
- Misure della velocità di vibrazione secondo IEC
- Determinazione di rendimenti e cosfi ai diversi carichi di prova.
- Manuale di uso e manutenzione
- Dichiarazione CE di conformità.

TRASFORMATORE - da eseguirsi presso sala collaudi del fornitore.

Le prove saranno effettuate mediante strumentazione certificata completa di documento di taratura (con riferimento a strumenti campione) e secondo il piano di procedura di qualità ISO 9001. Prove di accettazione:

- Verifica dello schema di collegamento
- Misura di tutti i rapporti di trasformazione
- Misura della resistenza chimica degli avvolgimenti a tensione ≥ 500 Vcc
- Prova di isolamento con tensione applicata
- Prova di isolamento con tensione indotta
- Misura della corrente a vuoto e delle perdite a vuoto
- Misura delle perdite dovute al carico
- Misura della tensione di corto circuito
- Prova di commutazione
- Prova di rumore
- Quant'altro previsto dalle Norme CEI applicabili.

QUADRO ELETTRICO BT

Prove da eseguirsi alla presenza della D.L. c/o la sala collaudi del fornitore. Elenco delle prove:

- Verifica distanze di isolamento in aria e superficiali
- Verifica funzionamento meccanico
- Verifica grado di protezione



- Verifica del cablaggio, funzionamento elettrico
- Verifica misure di protezione
- Verifica resistenza di isolamento: $> 1 \text{ k}\Omega/\text{V}$ riferita alla tensione nominale verso terra
- Prova a tensione applicata FF e FT con 2,5 kV per 1 min
- Verifica della continuità elettrica di tutte le masse.

Al termine del collaudo avverrà il rilascio del bollettino di collaudo riportante anche i dettagli relativi alla metodologia di prova e le tarature degli strumenti usati nel collaudo con riferibilità a strumenti campione.

COLLAUDO FINALE SUL POSTO

Per quanto riguarda la verifica dei dati dell'elettropompa si provvederà:

- A rilevare le prevalenze generate alle rispettive portate sollevate
- A rilevare le potenze assorbite.

Confrontare il tutto con i dati rilevati nella sala prove della ditta costruttrice.

ELENCO DELLE ULTERIORI PROVE

- Esame a vista delle apparecchiature, qualità dei materiali e rispondenza degli stessi alle richieste di contratto
- Misura della continuità elettrica dei conduttori di protezione, secondo la norma CEI 64-8
- Misura della resistenza d'impianto di dispersione di terra secondo norme CEI
- Verifica del settaggio delle protezioni e dei relè sulla linea MT in particolare riguardo al relè posto a protezione della linea MT
- Prove di funzionamento dei montanti in sequenza manuale
- Prove di funzionamento dell'elettropompa in sequenza manuale
- Verifica della sequenza automatica dell'elettropompa
- Verifica allarme per gruppo elettropompa in blocco
- Verifica funzionamento con elettropompa non abilitata in automatico
- Verifica allarme mancato intervento elettropompa
- Verifica allarme di minimo livello antisecco elettropompa
- Verifica allarme massimo livello allo scarico
- Verifica allarme mancanza segnale di misura livello all'aspirazione
- Verifica allarme mancanza segnale di misura livello allo scarico.

9.9 Norme di riferimento per l'esecuzione impiantistica idraulica ed elettrica

Norma CEI 0-2 (fascicolo 3157 R): Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici; Norme CEI 0-3 (fascicoli 2910 e 5026): Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati; Norme CEI 3-14(3-45) (fascicoli da 4050 a 4619) relativi ai segni grafici da utilizzare nella preparazione degli schemi elettrici, alle modalità di esecuzione degli schemi elettrici, alle modalità di preparazione di tutta la documentazione (tabelle



cavi, liste morsettiere, ecc.).

Norme per gli impianti elettrici, per i quadri di distribuzione e i cavi a bassa tensione

Norma CEI 11-18 (fascicolo 3703 R): Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni; Norma CEI 11-25 (fascicolo 2997 R): Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata; Norma CEI 11-27 (fascicolo 3408 R): Esecuzione di lavori su impianti elettrici a tensione non superiore a 1000V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua; Guida CEI 11-28 (fascicolo 4142 R): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti radiali a bassa tensione; Norma CEI 20-24 (fascicolo 3802 R): Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia; Norma CEI 20-33 (fascicolo 3804 R): Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione U_0/U non superiore a 600/1000V in alternata; Norma CEI 20-38: cavi isolati con gomma non propaganti incendio ed a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi;

Norma CEI 20-40 (fascicolo 4831): Guida per l'uso dei cavi a bassa tensione; Norme CEI 20-48 e successive varianti (fascicoli 2920, 4310, 5205): Cavi da distribuzione per tensioni nominali 0,6/1kV; Norma CEI- UNEL 35024/1 (fascicolo 3516): Cavi elettrici isolati in materiale elastomerico o termoplastico per tensioni fino a 1000V in corrente alternata; Portate di corrente in regime permanente per posa in aria; Norma CEI- UNEL 35026 (fascicolo 5777): Cavi elettrici isolati in materiale elastomerico o termoplastico per tensioni fino a 1000V in corrente alternata; Portate di corrente in regime permanente per posa interrata; Le Norme UNI e le Tabelle UNEL applicabili agli apparecchi ed ai materiali unificati, per le portate di corrente, ecc.; Guida CEI 11-35: guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;

Guida CEI 11-37 (fascicolo 2911): Guida all'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria; Norma CEI EN 60947-2 CEI 17-5 (fascicolo 4838): Apparecchiature a bassa tensione, Interruttori automatici; Norme CEI EN 61439-1 e CEI EN 61439-2 (fascicolo 4152 C) e 17-13/1 V2 (fascicolo 4565): Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT); Norma CEI EN 60947-1 CEI 17-44 (fascicolo 3446 C): Apparecchiature a bassa tensione; regole generali; Norma CEI 17-52 (fascicolo 3449 R): Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS); Norma EN 60865-1 CEI 11-26 (fascicolo 4141 R): Calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito. Guida CEI 17-70 (fascicolo 5120, Edizione 1999): Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione; Norme CEI 64-8/1-64-8/7 (fascicoli da 4131 a 4137) per la tecnica degli impianti elettrici; Guida CEI 64-14 (fascicolo 2930): Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori; Norma CEI R064-004 CEI 64-16 (fascicolo 5236, Edizione 1999) Protezione contro le interferenze elettromagnetiche (EMI) negli impianti elettrici; Guida CEI 64-17 (fascicolo 5492): Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri; Norma CEI 81-1 (fascicolo 3681 C): Protezione delle strutture contro i fulmini; Norme CEI 81-10: Protezione delle strutture contro i fulmini: valutazione del rischio dovuto al fulmine; Norma CEI 110-24 (fascicolo



2617G) come guida all'applicazione del DLGS sulla Compatibilità Elettromagnetica; Le Norme CEI, le Norme EN, oppure le equivalenti Norme IEC applicabili alle singole apparecchiature a bassa tensione, per quanto concerne la loro costruzione, modalità di installazione e prestazioni nelle reali condizioni di impiego. Norma EN 60204-1 CEI 44-5 (fascicolo 4455, Edizione 1998), Equipaggiamento elettrico delle macchine; Regole generali; Norma CEI R044-001 CEI 44-13 (fascicolo 5595, Edizione 2000; Sicurezza del macchinario, Guida e raccomandazione per evitare i pericoli dovuti all'elettricità statica; Norma CEI 44-14 (fascicolo 5692, Edizione 2000), Guida all'applicazione della Norma EN 60204.

Per la scelta dei singoli apparecchi e componenti, ed in fase di montaggio, si seguiranno le regole della Direttiva Comunitaria 73/23 EEC (Bassa tensione), quelle della Direttiva Comunitaria 89/336/CEE (Compatibilità elettromagnetica).

Tutti gli apparecchi elettrici dovranno avere la marcatura CE, come prescritto dalla Legge n° 791/1977 (di recepimento delle Direttive 73/23 CEE e 93/68 CEE). Norme CEI EN 60034-1 CEI 2-3; (Fascicoli 2771, 3893 e 4780): Macchine elettriche rotanti; Norma CEI EN 60034-6 CEI 2-7; (Fascicolo 3391R): Macchine elettriche rotanti; Metodi di raffreddamento; Norma CEI EN 60034-7 CEI 2-14; (Fascicolo 3385R): Classificazione delle forme costruttive e dei tipi di installazione; Norma CEI EN 60034-12 CEI 2-15; (Fascicoli 2963 e 5224): Caratteristiche di avviamento dei motori asincroni trifase; Norma CEI EN 60034-5 CEI 2-16; (Fascicolo 3714 R): Classificazione dei gradi di protezione degli involucri delle macchine elettriche rotanti; Norma CEI EN 60034-14 CEI 2-23; (Fascicolo 4842 E): Vibrazioni meccaniche di macchine con altezza d'asse superiore a 56 mm; Norma UNI EN 809:2009: pompe e gruppi di pompaggio per liquidi. Requisiti generali di sicurezza

Norme UNI EN 1090-1:2012: esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parti 1: requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali.

Norme UNI EN 292-1, UNI EN 292-2 (parte prima e parte seconda con relative appendici) e - Norma UNI prEN 1050 Analisi e valutazione del rischio delle macchine; Norma UNI EN 954-1 (1997) Determinazione dei requisiti di sicurezza, assegnazione delle categorie di sicurezza delle parti fail-safe dei circuiti di comando in relazione alla gravità alla frequenza e/o durata delle situazioni pericolose ed alla possibilità di evitare il pericolo; Norme UNI EN del gruppo 13.110 (Sicurezza del macchinario), 13.140 (Rumore), 13.160 (Vibrazioni), 13.180 (Ergonomia), pertinenti a questo tipo di impianto e tipo di macchine; DPR 459 del 24-07-96 (Recepimento della Direttiva macchine della CEE); DLGS. 81/2008 tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro:

Norma UNI EN 418 Dispositivi di arresto d'emergenza; Norma UNI EN 1088 (11-1997) Dispositivi di interblocco; Norma UNI EN 1037 (4-1997) Prevenzione avviamento inatteso delle macchine.