D'APPOLONIA

VIA SAN NAZARO, 19 - 16145 GENOVA, ITALIA
TEL. +39 010 362 8148 FAX +39 010 362 1078 P. IVA 03476550102
e-mail dappolonia@dappolonia.it www.dappolonia.it

0	LUGLIO 2012	PROGETTO DEFINITIVO	PL	AO	AED
REV	DATE	DESCRIZIONE/DESCRIPTION	ESEGUITO/BY	CONTR/CHKD BY	APPROV/APPROV BY

CLIENTE/CLIENT

Enel Green Power S.p.A.

PROGETTO/PROJECT

Impianto di Produzione di Energia da Fonte Eolica in Ambito Portuale - Porto di Genova

TITOLO/TITLE

Progetto Definitivo

Elaborati Generali

Relazione Materiali di scavo

TIMBRO/STAMP

	FIRMA/SIGNATURE	DATA/DATE	No INT/INTERNAL No	SCALA/SCALE	TAV/PLATE No	REV
ESEGUITO/BY	PL	LUGLIO 2012	12-412-H10	-	12-412_PD_A_010	0
CONTR/CHKD BY	AO	LUGLIO 2012				
APPROV/APPROV BY	AED	LUGLIO 2012				

Doc. No. 12-412-H10
Rev. 0 - Luglio 2012

Enel Green Power SpA
Roma, Italia

Impianto di Produzione di Energia da Fonte Eolica in Ambito Portuale Porto di Genova

Progetto Definitivo – Relazione Materiali di scavo

INDICE

Pagina

ELENCO DELLE TABELLE **II**
ELENCO DELLE FIGURE **III**
1 INTRODUZIONE **1**
2 SCAVI SOTTOMARINI **2**
2.1 METODOLOGIE DI SCAVO E FASI ESECUTIVE 3
2.1.1 LAVORI PREPARATORI DELLO SCAVO 3
2.1.2 FASE DI SCAVO 4
2.1.3 POSA DEI CAVIDOTTI E REINTERRO 4
3 SCAVI E DEMOLIZIONI TERRESTRI **6**
3.1 METODOLOGIE DI DEMOLIZIONE E FASI ESECUTIVE 6
3.1.1 ATTIVITA' SULLE DIGHE 6
3.1.2 ATTIVITA' SUI MOLI 8
4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE **9**

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella No. **Pagina**

Tabella 2.1: Tabella riassuntiva scavi per attraversamenti sottomarini 3

ELENCO DELLE FIGURE

Figura No. **Pagina**

Figura 2.1: Ubicazione cavidotti sottomarini Zona di Genova 2
Figura 2.2: Ubicazione cavidotti sottomarini Zona di Voltri 2
Figura 2.3: Sezione del fondale portuale al termine della fase di scavo 4
Figura 2.4: Sezione del fondale portuale al termine della messa in opera dei cavidotti 5
Figura 2.5: Sezione del fondale portuale al termine della fase di rinterro 5
Figura 3.1: Sezione tipo di cavidotto lungo la diga 7

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE MATERIALI DI SCAVO

1 INTRODUZIONE

Il presente documento ha lo scopo di fornire indicazioni in merito alle modalità esecutive degli scavi e ai materiali di scavo previsti per la realizzazione del progetto di installazione di 39 aerogeneratori lungo la Diga Foranea, la Diga dell'Aeroporto e la Diga di Voltri del Porto di Genova. Le attività di scavo riguardano in parte i tratti di diga foranea in cui sono ubicati gli aerogeneratori, in parte la terraferma e in parte il fondale marino ubicato nel tratto di mare che collega le dighe alle banchine sulla terraferma. Nel seguito si descrivono separatamente le attività di scavo sottomarine, che presentano indubbiamente maggiori criticità esecutive, e le attività di scavo terrestri, sulle dighe e sulla terraferma.

Gli scavi sottomarini sono finalizzati alla posa in opera sul fondo del mare, all'interno dell'area portuale, dei cavidotti previsti dal progetto che permettono il collegamento dei cavi di distribuzione elettrica degli aerogeneratori con le sottostazioni sulla terraferma. Nel Capitolo 2 sono descritte in dettaglio le problematiche e le modalità esecutive di questa tipologia di scavi.

Gli scavi terrestri sono finalizzati principalmente alla rimozione del terreno o del calcestruzzo preventivamente alla realizzazione delle opere di fondazione e delle strutture destinate ad alloggiare i cavidotti. Nel capitolo 3 sono descritte in dettaglio le problematiche e le modalità esecutive di questa tipologia di scavi.

2 SCAVI SOTTOMARINI

Il progetto prevede tre attraversamenti sottomarini all'interno del bacino portuale: il primo attraversamento ospita un solo cavidotto e collega il cavo di distribuzione elettrica degli aerogeneratori della Zona 6 con la Zona 5 e il sistema di cavi delle Zone 1 e 4.

Il secondo attraversamento ospita tre cavidotti e collega la Zona 3, presso cui giungono i cavi delle Zone 1, 4 e 6, con la sotto-stazione elettrica situata presso la centrale Enel del Porto di Genova, oltrepassando il canale portuale lungo una unica direttrice. Il collegamento dei cavi della Zona 1 con la Zona 3 è garantito lungo il tratto di diga foranea della Zona 2.

Il terzo attraversamento ospita due cavidotti e collega i cavi di distribuzione della Zona di Voltri (Zona 7 e Zona 8) con la sotto-stazione presente presso il depuratore di Voltri.

Nelle figure seguenti è riportata l'ubicazione dei tre cavidotti sottomarini lungo la diga foranea.

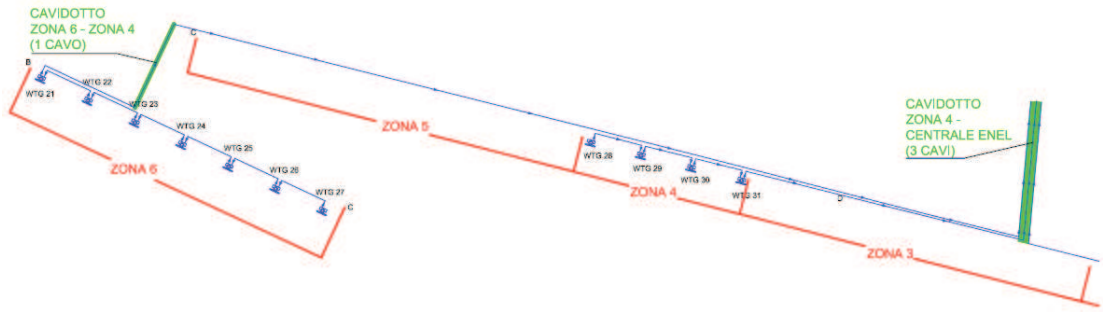


Figura 2.1: Ubicazione cavidotti sottomarini Zona di Genova

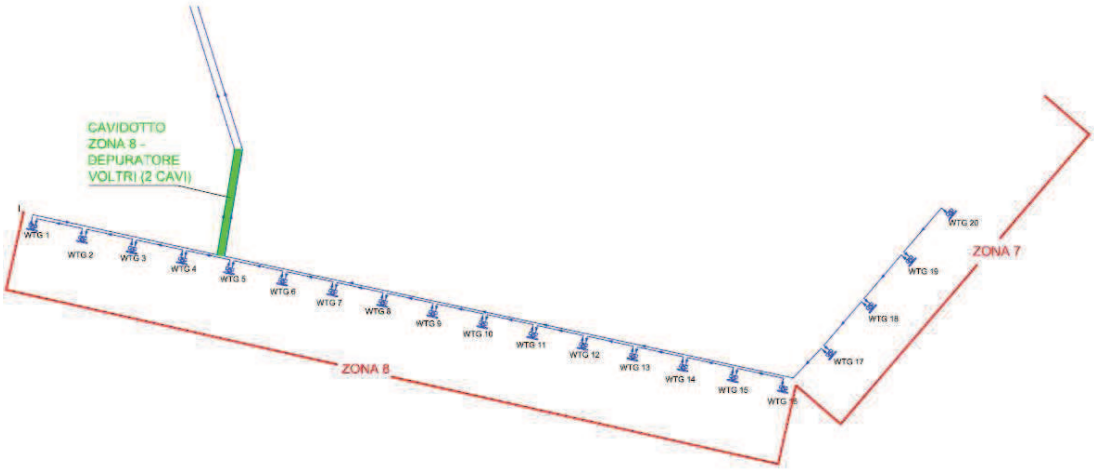


Figura 2.2: Ubicazione cavidotti sottomarini Zona di Voltri

I tre attraversamenti devono essere realizzati in accordo alle limitazioni imposte dall'Autorità Portuale di Genova e tenendo in considerazione le criticità dovute alla localizzazione dei tre interventi, ubicati all'interno di un'area portuale interessata da importanti volumi di traffico marittimo, che non devono essere interferiti durante

l'esecuzione dei lavori, se non all'interno di fasce orarie prestabilite. La principale limitazione geometrica riguarda la quota di estradosso dei cavidotti, che deve essere garantita a una profondità minima di 2 metri al di sotto della quota di progetto del fondale previsto nel piano dei dragaggi dell'Autorità Portuale di Genova.

I tre attraversamenti, alla luce di quanto descritto, ospitano rispettivamente uno, tre e due cavidotti; tuttavia si ritiene possibile adottare la stessa tipologia e dimensione degli scavi per tutti e tre i casi, realizzando uno scavo idoneo a ospitare tre cavidotti; ogni cavidotto è dotato di tubo portacavi di diametro 0.1 m all'interno del quale scorrono tre cavi MT armati; bisogna inoltre considerare che per ogni cavidotto deve essere associata una corda di terra G/V e un cavo di fibra ottica, aventi dimensioni inferiori rispetto ai tubi portacavi, per un totale di 9 cavi nel caso dell'attraversamento sottomarino tra la Zona 4 e la Centrale ENEL. Tenendo in considerazione che il diametro massimo dei cavi è pari a 0.1 m, la minima profondità di scavo che deve essere garantita è pari a 2.1 m, mentre la larghezza alla base dello scavo deve essere almeno pari a un metro, al fine di poter ospitare un numero massimo di cavi pari a 9, così come precedentemente descritto.

Dall'analisi delle condizioni geologico-geotecniche del sito (si rimanda all'elaborato Relazione Geotecnica e Sismica, Doc. 12-412-PD-A-005 per maggiori dettagli) si deduce che i primi metri di terreno del fondale marino sono costituiti da depositi marini e fluviali caratterizzati da limi sabbiosi, sabbie limose e limi argillosi. Nell'area di ponente è presente pietrame utilizzato per la realizzazione dello scanno di imbasamento, compenetrato nei depositi marini e fluviali superficiali. Non sono presenti strati di natura rocciosa o particolarmente compatti per cui si considera che l'operazione di scavo non presenti particolari criticità dovute alla natura dei terreni. I terreni hanno caratteristiche meccaniche intermedie e pertanto si assume di considerare una pendenza dei fronti di scavo pari a 2:3.

Tabella 2.1: Tabella riassuntiva scavi per attraversamenti sottomarini

Attraversamento	N. Cavidotti	Lunghezza (m)	Sezione (m^2)	Volume (m^3)
Zona 6 - Zona 5	1	318,4	8,72	2775
Zona 3 - Centrale ENEL	3	401,6	8,72	3500
Zona 8 - Porto di Voltri	2	280,7	8,72	2446
			Totale	8721

2.1 METODOLOGIE DI SCAVO E FASI ESECUTIVE

Si descrivono di seguito con maggiore dettaglio le metodologie di realizzazione degli scavi e la successione di fasi esecutive di scavo e rinterro.

Tutti gli scavi sottomarini previsti riguardano aree appartenenti ai bacini portuali del Porto di Genova e pertanto non sussistono criticità in termini di tutela di eventuali specie vegetali presenti. Il fondale è caratterizzato da profondità mediamente comprese tra 10 e 17 m, anche se nelle immediate vicinanze dei moli e della diga le profondità sono in alcuni casi inferiori. Per questo motivo il metodo di costruzione scelto per la messa in opera dei cavidotti è di tipo "open – cut" e prevede l'impiego della tecnica "pre – trenching", che consiste nella preventiva realizzazione di una trincea prima della posa dei cavidotti.

2.1.1 LAVORI PREPARATORI DELLO SCAVO

Durante la fase di preparazione del cantiere verranno svolte le seguenti attività:

- rilievo dello stato ante – operam, finalizzato a garantire il ripristino delle condizioni antecedenti l'inizio dei lavori e a confermare le condizioni topografiche riscontrate durante i rilievi precedenti;
- preparazione dell'area di lavoro e del cantiere (vie d'accesso, livellamento, pulizia, opere civili, servizi, ecc..);
- installazione delle attrezzature per lo scavo e la posa cavidotti;
- predisposizione di una temporanea zona di sicurezza, contrassegnata da boe, per tutta la durata dei dragaggi e delle operazioni di installazione dei cavidotti.

2.1.2 FASE DI SCAVO

La fase di scavo richiederà l'utilizzo di un sistema di mezzi adeguato, consistente in imbarcazioni per il trasporto di personale e materiale e per i rilievi e il monitoraggio dei lavori, e dovrà avvenire con tempistiche concordate con l'Autorità Portuale, al fine di minimizzare le interferenze con le attività portuali. Lo scavo potrà essere eseguito da un escavatore a benna con braccio prolungato di almeno 20 m, disposto su un idoneo pontone galleggiante a basso pescaggio e dotato di spazi sufficienti per ospitare uomini e mezzi. Il pontone sarà disposto in asse alla trincea e avanzerà gradualmente lungo tutta la linea di scavo permettendo all'escavatore la rimozione del materiale del fondale dall'area di scavo e la posa del materiale a lato dello scavo. Questa operazione è possibile poiché l'area di intervento è interna al bacino portuale per tutti gli attraversamenti e pertanto il moto ondoso non è tale da comportare un rapido rinterro del materiale scavato all'interno della trincea. Lo scavo non dovrà avere inclinazione superiore a un rapporto 2:3 e anche il materiale depositato ai lati dello scavo dovrà sottostare alle medesime limitazioni. Nei casi in cui lo scavo sia previsto nelle immediate vicinanze dei moli l'escavatore potrà essere posizionato direttamente sui moli semplificando le operazioni. Nella figura seguente è riportata la sezione del fondale marino al termine delle operazioni di scavo.

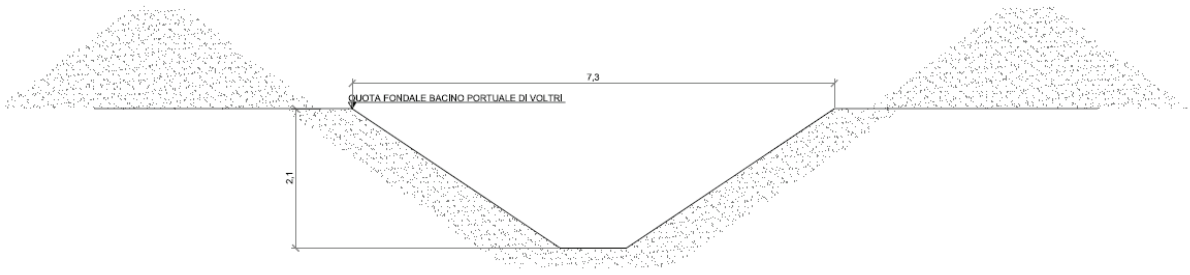


Figura 2.3: Sezione del fondale portuale al termine della fase di scavo

2.1.3 POSA DEI CAVIDOTTI E REINTERRO

Terminate le operazioni di scavo sarà necessario controllare in primo luogo l'effettivo raggiungimento della profondità minima di scavo richiesta, per poi procedere con la posa dei cavidotti, tenendo in considerazione che non sono previste giunzioni dei cavi nel tratto sottomarino. L'operazione dovrà avvenire in un'unica fase, con la chiusura temporanea dell'area portuale interessata dall'attività di posa.

Saranno impiegate apposite bobinatrici motorizzate contenenti i cavi MT arrotolati, che dovranno essere posizionate a un estremo della tratta di cavidotto da posare, ad esempio sulla

diga. I cavi saranno srotolati gradualmente, inseriti all'interno dei tubi porta cavi e quindi portati a bordo del pontone galleggiante, che percorrerà la tratta di mare permettendo il collegamento con il molo (o l'altra diga) sul lato opposto. L'affondamento dei cavi avverrà tramite l'impiego del pontone galleggiante, equipaggiato di apposita gru, che porterà i cavi nella posizione di calata; successivamente inizierà l'affondamento vero e proprio e la corretta posa in trincea sarà garantita dall'intervento di sommozzatori attrezzati per immersioni in acque profonde fino a 20 m, mentre dovrà essere prevista la presenza di un rimorchiatore di supporto per l'eventuale assistenza.

Terminata la posa dei cavi sarà eseguito il bauletto di protezione in cemento dei cavi lungo la diga e inizierà la fase di rinterro; il pontone si porterà lungo l'asse del cavidotto per permettere all'escavatore di effettuare il rinfianco e il ricoprimento del cavidotto, utilizzando il materiale precedentemente scavato e posto ai lati della trincea. Il rinterro dovrà in tutti i casi permettere il ricoprimento dei cavi per una profondità minima di 2 metri. Terminata la fase di rinterro dovrà essere effettuato un controllo sulla corretta esecuzione delle operazioni e il sito dovrà essere riportato alle condizioni che lo caratterizzavano prima della posa dei cavidotti.

Nelle figure seguenti è riportata la sezione del fondale marino al termine delle operazioni di posa dei cavidotti e al termine della fase di rinterro.

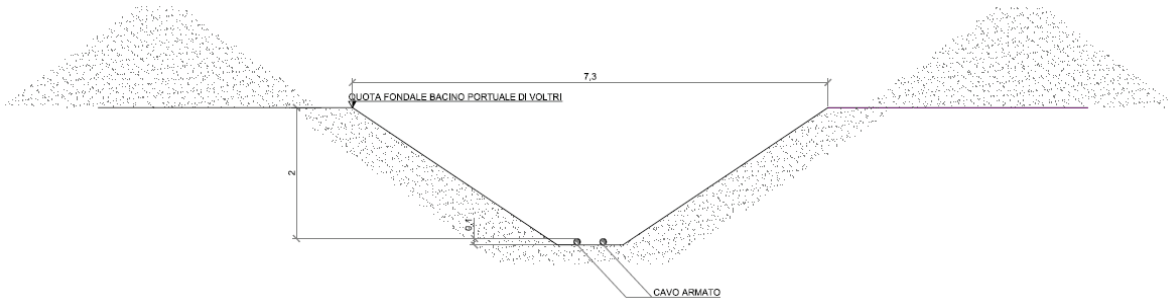


Figura 2.4: Sezione del fondale portuale al termine della messa in opera dei cavidotti

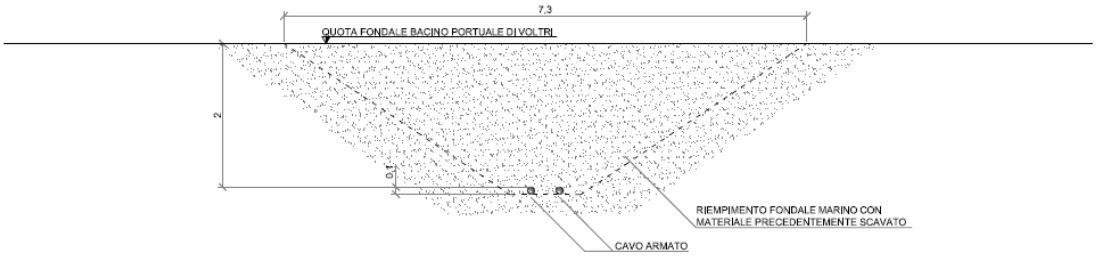


Figura 2.5: Sezione del fondale portuale al termine della fase di rinterro

3 SCAVI E DEMOLIZIONI TERRESTRI

Gli scavi terrestri sono eseguiti sulle dighe e sulla terraferma e sono finalizzati principalmente alla rimozione dei materiali strutturali esistenti preventivamente alla realizzazione delle seguenti strutture:

- opere di fondazione degli aerogeneratori;
- opere di fondazione delle cabine elettriche;
- realizzazione dei pozzetti di interfaccia tra i cavi terrestri e marini;
- realizzazione dei massetti in calcestruzzo al cui interno sono contenuti i cavidotti che percorrono le dighe;
- realizzazione delle trincee sulla terraferma al cui interno scorrono i cavidotti di allacciamento diretti alle sottostazioni di riferimento.

L'entità dei volumi di scavo prevista è limitata, in quanto gli scavi più profondi riguardano le fondazioni degli aerogeneratori e i pozzetti, che hanno però una estensione planimetrica limitata. Gli scavi di notevole estensione, quali quelli necessari per il passaggio dei cavidotti, sono caratterizzati da profondità limitate. Il materiale demolito risulta essere prevalentemente calcestruzzo, generalmente armato.

Per quanto riguarda le opere di fondazione dei 39 aerogeneratori si precisa che solamente in tre casi (aerogeneratori WTG 32, WTG 33 e WTG 34 lungo il tratto F-G della Zona 1 della Diga Foranea) è prevista la realizzazione di un nuovo plinto di fondazione. Per questa porzione di diga non sono infatti note con esattezza le caratteristiche della sezione e pertanto, in attesa di indagini integrative eseguite ad hoc lungo questo tratto per valutare l'effettiva configurazione strutturale della diga, è stata prevista la realizzazione di nuovi plinti di fondazione, adeguati a resistere ai carichi trasmessi dagli aerogeneratori.

3.1 METODOLOGIE DI DEMOLIZIONE E FASI ESECUTIVE

3.1.1 ATTIVITA' SULLE DIGHE

Le attività di scavo e demolizione avverranno con modalità analoghe a seconda che siano eseguite sulle dighe o sulla terraferma. Le demolizioni sulle dighe presenteranno tuttavia maggiori difficoltà dovute a problematiche di tipo logistico e alla necessità di trasportare a terra materiali e rifiuti. Le demolizioni da effettuare sulle dighe sono quelle necessarie per la realizzazione dei plinti di fondazione degli aerogeneratori ubicati lungo il tratto F-G e delle cabine elettriche, per la costruzione dei pozzetti di interfaccia dei cavi terrestri e marini posti sulle dighe, per la posa dei cavidotti nei tratti posti lungo le dighe.

Le demolizioni saranno effettuate mediante l'impiego di escavatori muniti di martelli demolitori. I mezzi dovranno avere dimensioni adeguate per operare in sicurezza negli spazi ristretti al di sopra delle dighe, e dovranno demolire il calcestruzzo armato e non armato avendo cura di non disperdere in mare il materiale di risulta. Il materiale scavato dovrà essere successivamente caricato su imbarcazioni e pontoni per essere portato sulla terraferma. Raggiunta la terraferma il materiale di rifiuto sarà temporaneamente mantenuto in apposite aree di stoccaggio, in attesa di essere conferito a discarica autorizzata; per quanto riguarda i rottami ferrosi dovrà essere previsto lo smaltimento.

La demolizione del materiale strutturale della diga in corrispondenza dei tre aerogeneratori, per cui può essere necessaria la realizzazione di nuovi plinti, riguarda un volume di circa 70 m^3 per ogni fondazione. L'esecuzione delle fondazioni delle 39 cabine elettriche (una per ogni aerogeneratore) comporta un impatto molto ridotto in termini di demolizioni in quanto è

prevista solamente una scarifica di 5 cm del materiale più superficiale, comportando un volume di scavo di circa 30 m^3.

Per quanto riguarda i pozzetti di interfaccia tra i cavi terrestri e marini, le dimensioni dello scavo sono pari a 1.8 m x 1.8 m per un'altezza di 0.8 m; sulla diga sono presenti due pozzetti per un volume di demolizione complessivo di circa 5 m^3.

In merito alle demolizioni necessarie per la realizzazione dei massetti in calcestruzzo, al cui interno sono contenuti i cavidotti che percorrono le dighe, è prevista una semplice preparazione della superficie della diga mediante scarifica di almeno 5 cm, per un volume di scavi totale di circa 320 m^3.

Durante le attività di demolizione sarà necessario prevedere un sistema di abbattimento delle polveri (ad esempio irrorare con acqua o eventualmente impiegare apposite barriere per la polvere).

Per quanto riguarda la posa dei cavidotti, l'operazione è più semplice rispetto a quanto descritto per la posa dei cavi sottomarini, poiché non comporta la necessità di chiudere temporaneamente l'area portuale e non presenta le difficoltà tipiche delle operazioni subacquee. Bisognerà tuttavia tenere in considerazione che i singoli tratti di cavidotto, per cui non sono previste giunzioni, hanno lunghezze significative. In prima battuta dovrà essere predisposto l'alloggiamento destinato ai cavi e successivamente sarà eseguito un primo getto di calcestruzzo all'esterno dell'alloggiamento dei cavi. La posa dei cavi sarà effettuata disponendo le bobinatrici motorizzate contenenti i cavi a un estremo del tratto di cavidotto da posizionare; saranno posizionati i tubi portacavi al cui interno saranno srotolati successivamente i cavi; terminata la fase di posa sarà eseguito un secondo getto di calcestruzzo all'interno dell'alloggiamento ricoprendo i cavi stessi.

Nella figura seguente è riportata una sezione tipo di cavidotto che permette di visualizzare le differenti fasi di getto.

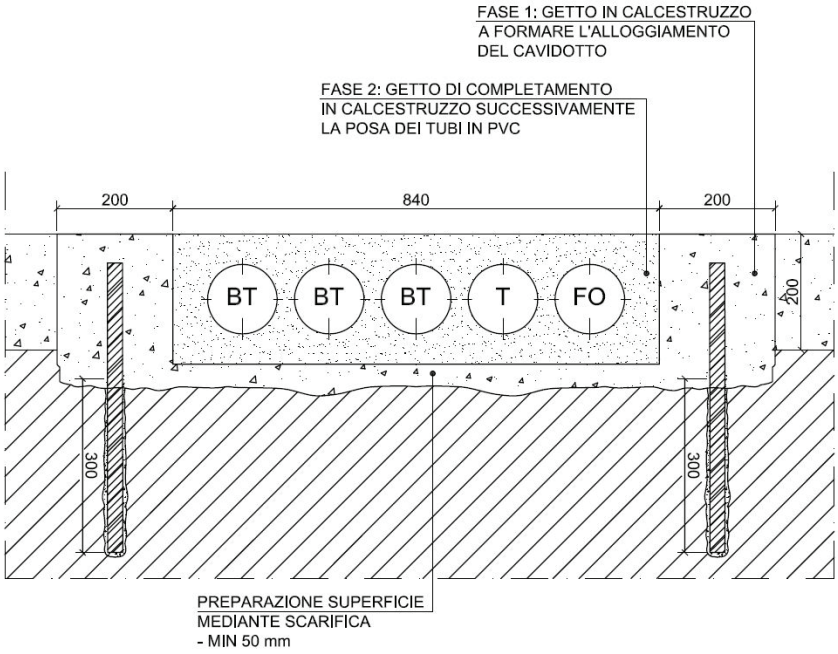


Figura 3.1: Sezione tipo di cavidotto lungo la diga

3.1.2 ATTIVITA' SUI MOLI

Le demolizioni da eseguire sulla terraferma sono quelle necessarie per la realizzazione delle due cabine elettriche sulla terraferma poste nei pressi della centrale ENEL e del depuratore di Voltri, per la costruzione dei pozzetti di interfaccia dei cavi terrestri e marini posti sui moli, per la posa dei cavidotti nei tratti posti in trincea lungo i moli di collegamento con le cabine elettriche.

Le demolizioni saranno effettuate mediante l'impiego di escavatori muniti di martelli demolitori per la demolizione del calcestruzzo. Potranno essere impiegati gli stessi mezzi utilizzati per le operazioni di demolizione sulle dighe, che dovranno demolire il calcestruzzo armato e non armato avendo cura di non disperdere in mare il materiale di risulta. Il materiale scavato dovrà essere successivamente caricato su autocarro per essere conferito a discarica autorizzata; per quanto riguarda i rottami ferrosi dovrà essere previsto lo smaltimento.

Per quanto riguarda le due cabine ENEL a terra è prevista la realizzazione di fondazioni di dimensioni 7.5 m x 2.5 m. Il volume di demolizione complessivo è di circa 23 m^3.

Per quanto riguarda i pozzetti di interfaccia tra i cavi terrestri e marini, le dimensioni dello scavo sono pari a 1.8 m x 1.8 m per un'altezza di 0.8 m; sui moli sono presenti due pozzetti per un volume di demolizione complessivo di circa 5 m^3.

I cavidotti di allacciamento tra i due pozzetti di interfaccia lungo i moli e le cabine elettriche ENEL sono realizzati tramite scavo e successivo interramento dei cavidotti. Il collegamento alla cabina di Genova ha lunghezza limitata e pari a 57 m, mentre quello per la cabina di Voltri ha lunghezza di 1887 m. La profondità dello scavo sarà di circa 45 cm, per un volume complessivo di demolizioni pari a circa 550 m^3.

Durante le attività di demolizione sarà necessario prevedere un sistema di abbattimento delle polveri (ad esempio irrorare con acqua o eventualmente impiegare apposite barriere per la polvere).

Per quanto riguarda le demolizioni sulla terraferma sarà necessario controllare sempre che l'utilizzo dei mezzi non comporti interferenze con le strutture adiacenti.

Per quanto riguarda la posa dei cavidotti, l'operazione è più semplice rispetto a quanto descritto per la posa dei cavi sulle dighe, poiché gli spazi di manovra sono maggiori. Anche in questo caso bisognerà tuttavia tenere in considerazione che i singoli tratti di cavidotto per cui non sono previste giunzioni hanno lunghezze significative. La posa e il rinterro dei cavidotti avverrà con modalità analoghe a quelle descritte per i cavidotti sulle dighe.

4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce di quanto descritto nei capitoli precedenti si evince che le attività di scavo sottomarino presentano le maggiori difficoltà dal punto di vista esecutivo, per la necessità di impiegare macchinari adeguati, per la delicatezza di alcune operazioni, quale la fase di posa dei cavidotti, per la presenza di importanti vincoli sul posizionamento delle opere e per la presenza di significative interferenze tra le attività di scavo, posa e rinterro con le attività portuali.
Questa interferenza impone limitazioni stringenti soprattutto sulla possibilità di chiudere temporaneamente alcuni bracci di mare all'interno dell'area portuale per eseguire le operazioni più delicate.
Le attività di scavo sottomarino presentano il grande vantaggio di non produrre materiali di risulta da conferire a discarica, poiché tutto il materiale scavato sarà successivamente impiegato per il rinterro.
Le attività sulle dighe e sulla terraferma presentano meno criticità dal punto di vista esecutivo, non presentano limitazioni dovute all'interferenza con le normali attività portuali, ma comportano quantità di materiali di risulta non irrilevanti, costituiti per la quasi totalità da calcestruzzo e calcestruzzo armato, per un volume complessivo dell'ordine di 1150 m^3. I detriti di calcestruzzo e pietrame dovranno essere conferiti a discarica autorizzata, mentre i rottami di ferro dovranno essere opportunamente smaltiti.
Il materiale demolito sarà quasi totalmente sostituito da nuovi getti di calcestruzzo e di calcestruzzo armato.
Le attività sulle dighe dovranno tenere in conto le difficoltà di carattere logistico dovute agli spazi di azione molto limitati e alla necessità di dover affettuare via mare il trasporto di uomini, mezzi e materiali.

PL/AO/GV/AED:sls