

- biogas
- biometano
- eolico
- fotovoltaico
- efficienza energetica

Disciplinare descrittivo degli elementi tecnici

Progetto definitivo

Rifacimento dell'esistente impianto eolico di "Alia Sclafani"
 Comuni di Alia, Sclafani Bagni, Valledolmo (PA)
 Località "Serra Tignino – Serra Caverò"

N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	
a	Emissione	Sicilwind s.r.l.	Asja Ambiente Italia S.p.A.	Sicilwind s.r.l.	IT/EOL/E-REAL/PDF/C/RT/158-a 26/06/2024 Via Ivrea, 70 (To) Italia T +39 011.9579211 F +39 011.9579241 asja.tecnico@hyperpec.it




Indice

1 Sommario

1.	Premessa	4
1.1	Proponente.....	4
2.	Localizzazione del progetto.....	5
3.	DISCIPLINARE DELLE OPERE CIVILI	7
3.1	OPERAZIONI PRELIMINARI	7
3.2	SCAVI E MOVIMENTI TERRA	8
3.2.1	Norme generali.....	8
3.2.2	Scavi di sbancamento	9
3.2.3	Scavi a sezione obbligata	9
3.2.4	Trivellazione Orizzontale Controllata TOC (Horizontal Directional Drilling)	10
3.3	RIPORTI, RIEMPIMENTI E COLMATE.....	10
3.3.1	Norme generali.....	10
3.3.2	Preparazione del piano di posa dei rilevati	11
3.3.3	Formazione del rilevato	12
3.3.4	Prove di controllo sul piano di posa.....	15
3.4	Geotessile tessuto non tessuto.....	16
3.5	MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE	17
3.5.1	Descrizione	17
3.5.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare.....	17
3.6	CALCESTRUZZI	18
3.6.1	Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua	18
3.6.2	Leganti	19
3.6.3	Inerti	19
3.6.4	Classe di resistenza a compressione dei calcestruzzi	20
3.7	CASSEFORME PER OPERE IN CALCESTRUZZO	20
3.8	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	21
3.9	TUBAZIONI PER CAVIDOTTI.....	22
3.10	TUBI P.V.C. INSERITI IN OPERE DI CALCESTRUZZO.....	22
3.11	POZZETTI.....	22
3.12	STRADE E VIABILITÀ	23
4.	COMPONENTI ELETTROMECCANICHE DELL' IMPIANTO	24

4.1	COMPONENTI PRINCIPALI DELL'AEROGENERATORE	24
4.1.1	Torre	24
4.1.2	Rotore	25
4.1.3	Pale e sistema di controllo.....	25
4.1.4	Navicella e sistema di imbardata.....	26
4.2	QUADRO DI CAMPO MT	27
4.3	CAVI DI COLLEGAMENTO MT	28
4.4	MESSA A TERRA DELLO SCHERMO DEI CAVI MT	29
4.5	RETE DI TERRA	29
4.6	RETE DI TERRA AEROGENERATORI.....	30
4.7	Collegamento alla rete nazionale.....	30

1. Premessa

La Società Asja Ambiente Italia S.p.a., con sede legale a Torino in Corso Vinzaglio n.24, intende realizzare l'integrale rifacimento dell'esistente impianto eolico denominato "Alia Sclafani", ubicato in provincia di Palermo nei comuni di Alia, Sclafani Bagni e Valledolmo.

Il progetto costituisce modifica dell'impianto eolico in esercizio e nello specifico consisterà nella rimozione e dismissione dei 30 aerogeneratori V52-850kW, e nella loro sostituzione con un numero inferiore di aerogeneratori di nuova generazione più performanti. Sulla base delle innovazioni tecnologiche ed al fine di migliorare l'efficienza impiantistica e le prestazioni ambientali, si prevede l'installazione di n. 11 aerogeneratori caratterizzati da un rotore pari a 138 m, un'altezza mozzo di 115 m e una potenza unitaria pari a 5,0 MW, per una potenza complessiva installata pari a 55 MW.

1.1 Proponente

La società proponente Asja Ambiente Italia S.p.A., con sede legale a Torino in Corso Vinzaglio n. 24 e sede operativa a Rivoli (TO) in Via Ivrea n. 70, è operativa dal 1995 nella produzione di energia verde da biogas, eolico e fotovoltaico, in Italia e all'estero.

La mission aziendale è lo sviluppo ecosostenibile, perseguito mediante la realizzazione di nuovi progetti nel settore dell'energia rinnovabile e dell'efficienza energetica per contribuire attivamente alla lotta al cambiamento climatico. I valori aziendali fondono armoniosamente lo sviluppo imprenditoriale e la responsabilità sociale, attraverso:

- la responsabilità verso le persone e l'ambiente;
- la legalità e la trasparenza;
- l'innovazione e il miglioramento continuo.

2. Localizzazione del progetto

La ricostruzione integrale dell'impianto eolico di alia Sclafani verrà realizzata nella medesima area su cui insistono attualmente gli aerogeneratori in esercizio, ossia nei Comuni di Alia e Sclafani Bagni (PA). Inoltre il progetto di rifacimento coinvolgerà anche il comune limitrofo di Valledolmo (PA) in quanto, essendo l'impianto eolico dislocato su un'unica direttrice, ai sensi dell'art. 5 comma 3-bis del D.Lgs. 28/2011, è possibile realizzare il nuovo impianto sulla medesima direttrice considerando la lunghezza stessa più una tolleranza pari al 20% della lunghezza dell'impianto autorizzato, calcolata tra gli assi dei due aerogeneratori estremi, e una deviazione massima di un angolo di 20°. Nello specifico si provvederà alla rimozione degli attuali 30 aerogeneratori in esercizio, sostituendoli con 11 aerogeneratori più performanti, e all'installazione di un nuovo anemometro di impianto con altezza pari al mozzo dei nuovi aerogeneratori proposti.

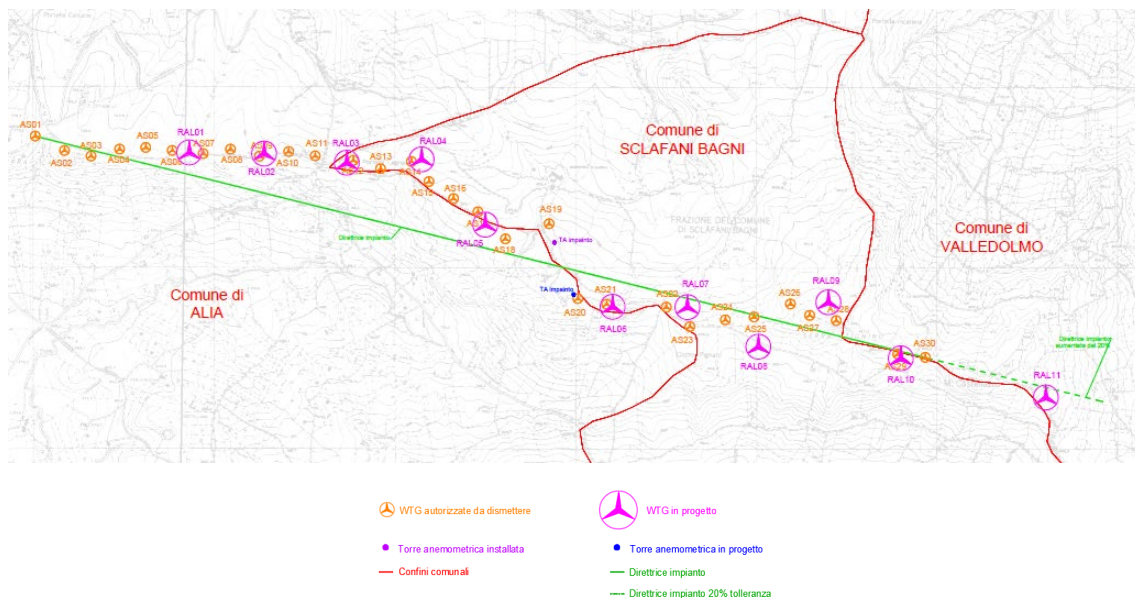


Figura 1 Area impianto su CTR

L'area in cui ricadranno i nuovi aerogeneratori si presenta montuosa e con altitudine variabile tra i 750 e i 980 m s.l.m.. Nello specifico la porzione di territorio è localizzata all'interno di una zona adibita a seminativo nelle parti non interessate dall'esistente impianto.

L'area è accessibile mediante l'esistente viabilità anche per i mezzi pesanti necessari per il trasporto e per l'installazione delle componenti dell'impianto eolico. L'installazione di undici turbine eoliche di grossa taglia, nella fattispecie macchine di potenza unitaria pari a 5.000 kW, è ritenuta possibile grazie alle caratteristiche di accessibilità riscontrate in sito.

I dati previsionali del potenziale eolico, disponibili per il sito, permettono peraltro un'occupazione del terreno ottimale in rapporto alla produzione energetica. Infatti l'integrale ricostruzione di un impianto esistente comporta lo sfruttamento di un territorio interessato già da aerogeneratori e da viabilità che verrà solamente adeguata per il passaggio dei mezzi di trasporto eccezionale e da servizi ausiliari. Per la connessione, inoltre, si prevede di ridurre al minimo le nuove infrastrutture da installare: i cavidotti seguiranno lo stesso tracciato di quelli dell'impianto in esercizio e la sottostazione elettrica utente sarà adeguata alla nuova potenza in ingresso.

3. DISCIPLINARE DELLE OPERE CIVILI

Le opere civili in progetto riguardano la costruzione di:

- fondazioni degli aerogeneratori;
- piazzole nella configurazione per costruzione
- strade e viabilità di parco;
- aree di cantiere, logistiche e di stoccaggio temporaneo;
- dorsali MT per l'interconnessione degli aerogeneratori;
- messa in ripristino delle piazzole nella configurazione di esercizio;
- opere di regimentazione idraulica.

3.1 OPERAZIONI PRELIMINARI

Prima dell'inizio lavori, l'appaltatore è tenuto a effettuare la picchettazione delle aree interessate dalla costruzione delle opere sopra elencate; dovranno essere identificati i limiti degli ingombri delle aree di scavo e/o rilevato, anche nelle configurazioni temporanee, e si dovrà verificando che in nessun caso vadano ad insistere su aree che non sono nella disponibilità del proponente.

L'Appaltatore è integralmente responsabile dei tracciamenti che deve eseguire sul terreno per l'esecuzione delle opere appaltate. I tracciamenti devono rispettare dimensioni, proporzioni, allineamenti, quote, orientamenti planimetrici e spaziali di quanto contenuto nel Progetto.

Una volta terminate le operazioni di tracciamento, si potrà procedere alla preparazione delle aree, mediante una serie di scavi/riporti che consentono la riprofilatura del terreno dallo stato di fatto allo stato di progetto; le lavorazioni principali consistono in:

- scotico superficiale del terreno e accantonamento presso aree di deposito temporaneo (il terreno proveniente da scotico verrà riutilizzato per la rinaturalizzazione delle scarpate);
- scavi e/o rilevati per modellare i profili esistenti ai profili di progetto, oltreché, durante la fase di cantiere, consentire il transito dei mezzi d'opera delle macchine operatrici;
- modellamento delle scarpate per favorirne la rinaturalizzazione già in fase di esecuzione delle opere.

3.2 SCAVI E MOVIMENTI TERRA

3.2.1 Norme generali

È prevista l'esecuzione di scavi di vario genere e di qualsiasi forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, secondo le sagome di progetto e/o quelle richieste dalla D.L.

Ove indicato in progetto, la sequenza delle fasi esecutive e l'estensione delle aree di scavo costituiscono vincolo tecnico prioritario su ogni altra esigenza operativa e logistica e pertanto debbono essere scrupolosamente osservate e poste in essere.

L'Appaltatore è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di sicurezza; di conseguenza è tenuto ad eseguire - non appena le circostanze lo richiedano - le puntellature, le armature, ed ogni altro provvedimento atto a prevenire frane, scoscendimenti o smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione dei terreni franati.

I fronti degli scavi devono essere sistemati e rifiniti secondo le sagome e pendenze prescritte; da essi devono essere asportati tutti gli elementi smossi od alterati. Le eventuali superfici rocciose, prima di iniziare eventuali getti, devono essere pulite con soffiature d'aria e acqua a forte pressione.

È fatto divieto all'Appaltatore di dare inizio alle operazioni di getto di cls., così come alla costruzione di rilevati, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accertato i piani di appoggio.

Prima di iniziare le operazioni di scavo l'Appaltatore deve provvedere al taglio di piante, arbusti e cespugli, accatastando il legname ridotto in elementi trasportabili nel luogo prossimo al cantiere indicato dal Committente o previsti in progetto.

L'Appaltatore deve provvedere al convogliamento ed all'allontanamento delle eventuali acque presenti negli scavi, qualsiasi origine e provenienza esse abbiano, anche mediante aggettamento per mezzo di pompe, l'intubamento, l'imbrigliamento, la canalizzazione, ed altri artifici del genere. I materiali di risulta provenienti da attività di scavo, ove non siano riutilizzabili, devono essere collocati a sistemazione definitiva, ossia conferiti a discarica autorizzata.

Sono a carico dell'Appaltatore anche gli oneri per l'eventuale accatastamento in cantiere del materiale scavato prima del suo riutilizzo nella formazione di rilevati o di riempimenti.

In ogni caso i materiali devono essere depositati a sufficiente distanza dallo scavo e non devono risultare di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti sulla superficie.

3.2.2 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intendono gli scavi per il raggiungimento dei piani di posa delle pavimentazioni stradali e delle piazzole, nonché il fondo scavo dei plinti degli aerogeneratori.

Sono da considerare "assimilabili" a quelli "di sbancamento" gli scavi da effettuare per la gradonatura dei piani di posa dei rilevati, per la regolarizzazione della superficie della pista, per la preparazione dei piani per la realizzazione di gabbionate, per la bonifica di superfici piane od inclinate negli spessori già previsti in progetto e/o richiesti dalla D.L., anche se sottostanti il "piano di sbancamento" prima definito od a questo non strettamente correlabili, anche se eseguiti in fasi successive.

Sono inoltre da considerarsi "assimilabili" a quelli "di sbancamento" gli scavi per l'allargamento e la riprofilatura necessari al transito degli automezzi per il trasporto al sito delle attrezzature, della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti.

Gli scavi di sbancamento e assimilabili devono essere eseguiti con mezzi meccanici e rifiniti a mano, in modo tale da ottenere i piani e le sagome previsti dai disegni di progetto ovvero ordinati in loco dalla D.L.

3.2.3 Scavi a sezione obbligata

Con questa dizione si intendono gli scavi per la costruzione di trincee, cavidotti, fognature, drenaggi, gabbionate, etc.

Quando non diversamente richiesto dalla D.L., le pareti di detti scavi sono da prevedersi con inclinazione indicata nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

Previo benessere da parte della D.L. e del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (C.S.E.), quando non diversamente possibile, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti verticali; in ogni caso l'Appaltatore è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché vengano eseguiti in condizioni di sicurezza, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione dei terreni franati.

In tutti i casi - salvo diversa e motivata disposizione della D.L. - la valutazione della quantità di scavo viene eseguita considerando gli scavi con pareti verticali e non viene compensato né il maggior volume di scavo eseguito, rispetto a quello a pareti verticali, né il rinterro con idonei materiali o il riempimento con murature del maggior vano creatosi.

Nel caso di scavi per drenaggi è esplicitamente richiesta l'esecuzione a brevi tratti.

A scavo ultimato, il relativo fondo deve risultare sgombro dai materiali di risulta dello scavo stesso, ed in particolare, nel caso degli scavi per cavidotti, le pareti dello scavo devono risultare il più possibile verticali e regolari.

Se non diversamente disposto dalla D.L. il materiale di scavo, nel caso di scavi a sezione obbligata, si intende da riutilizzare nell'ambito del cantiere.

Per l'esecuzione degli scavi in situazione ove la presenza di roccia e la sua disposizione spaziale impongono la individuazione di tecniche e/o mezzi d'opera di particolare natura, la scelta da operare al riguardo deve essere concordata tra l'Appaltatore e la D.L. in modo da ottimizzare le attività sia sotto il profilo della compatibilità temporale sia sotto quello della economicità generale dell'intervento.

3.2.4 Trivellazione Orizzontale Controllata TOC (Horizontal Directional Drilling)

È una tecnologia che consente la posa di tubazioni interrato evitando la costruzione di trincee a cielo aperto; i tubi sono generalmente in polietilene o acciaio, funzionali alla successiva posa dei cavi elettrici. La trivellazione è guidata elettronicamente dal punto di ingresso a quello di arrivo, e può essere effettuata con avanzamento coadiuvato da getto fluido costituito da acqua e bentonite, secondo le seguenti fasi di lavorazione:

- realizzazione di un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa; tali aste sono guidate alla quota e nella direzione voluta;
- allargamento del diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti, mediante utilizzo di un opportuno alesatore montato sulla testa di perforazione;
- ripristino finale dei punti di ingresso e di uscita.

La TOC è dotata di un sistema di guida e manovra al fondo foro per il controllo ed il direzionamento della perforazione nel sottosuolo, secondo qualsiasi traiettoria.

3.3 RIPORTI, RIEMPIMENTI E COLMATE

3.3.1 Norme generali

Gli scavi di fondazione in genere, di fognature, di cavidotti, di canalizzazioni etc., che non sono occupati da strutture o rinfianchi di sorta, ad opera ultimata devono essere riempiti (rinterrati),

fino alla quota prevista dagli elaborati di progetto, utilizzando i materiali provenienti dagli scavi, se vengono considerati idonei dalla D.L.; solo in casi particolari la D.L. può disporre l'esecuzione dei rinterri con materiale diverso da quello proveniente dagli scavi, precisandone tipo e provenienza.

Il materiale per i rinterri deve essere steso a strati orizzontali di spessore non superiore a 25 cm di altezza e compattato, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso la zona di compluvio, e/o sia profilato secondo quote e pendenze longitudinali e trasversali previste in progetto o disposte in loco dalla D.L. Si deve evitare la formazione di contropendenze, di sacche e ristagni.

L'Appaltatore non può sospendere l'esecuzione delle colmate senza che siano state date alle stesse configurazioni tali da assicurare lo scolo delle acque meteoriche.

3.3.2 Preparazione del piano di posa dei rilevati

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'impresa dovrà provvedere allo scotico superficiale dell'area di ingombro degli stessi, includendo il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc., e al suo allontanamento presso l'area di deposito temporaneo.

Dopo la fase di scotico, secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori, potranno essere avviate le operazioni di costruzione dei rilevati (stradali e di piazzole)

Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori; la quale potrà richiedere ulteriori scavi di approfondimento e/o bonifica di eventuali strati di terreni di consistenza particolarmente scadente.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla D.L., l'Impresa eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a sua cura e spese.

Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica potrà essere reimpiegato se ritenuto idoneo nella sistemazione a verde delle scarpate; quello in eccesso dovrà essere immediatamente rimosso e portato nelle zone di discarica autorizzate.

Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

3.3.3 Formazione del rilevato

I rilevati devono essere costruiti con materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 della classificazione delle terre di cui alla norma C.N.R. - UNI 10006, di cui si illustra tabella.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE - TABELLA C.N.R. - UNI 10006

Classificazione generale	Terre ghiaio-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 < 35%							Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri A8
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		
Gruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Sottogruppo													
Analisi granulometrica Frazione passante al setaccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	≤ 6	≤ 6	N.P.	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	IP ≤ 1.1.-30	IP > 1.1.-30	IP > 1.1.-30
Indice di gruppo	0	0	0	≤ 4				≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressib.	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressib.	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono							Da mediocre a scadente					Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa				Scarsa o nulla					
Identificazione del terreno in sito	Facilmente individuabile a vista	Aspri al tatto incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo Aspri al tatto Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	Reagiscono alle prove di scuotimento * Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido				Non reagiscono alla prova di scuotimento * Tenaci allo stato asciutto Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido					Fibrosi di colore bruno o nero Facilmente individuabili a vista
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi e le argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.													

Tabella 1. Classificazione delle terre - Norma C.N.R. - UNI 10006

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO modificata.

Potranno essere impiegate terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto; il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale previa sovrapposizione ad uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di densità e la percentuale di umidità secondo cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

Quanto sopra allo scopo di contenere a limiti minimi, ritiri e rigonfiamenti di materiali.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

La stesura dei materiali dovrà essere eseguita per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo pendenze trasversali non inferiori al 2%.

In presenza di paramenti di rilevati in terra armata o di muri di sostegno in genere, la pendenza sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.

Comunque, tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra armata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1,5\%$ circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHTO Mod.

Se tale contenuto dovesse risultare superiore all'ottimo Proctor, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se, invece, dovesse risultare inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione, con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro, l'Impresa dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegarsi e dei mezzi disponibili. La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quell'adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

In particolare, si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra armata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

A ridosso delle murature dei manufatti si dovrà eseguire la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento potrà essere del tipo I, II, III, IV, V 32,5 o 32,5R ed in ragione di 25÷50 kg/m³ di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento da utilizzare, in funzione del materiale da impiegare e delle condizioni operative da affrontare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità max AASHTO Mod. procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezoidale avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a $2,00 \text{ m} + 3/2 h$ e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesura di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nell'esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

3.3.4 Prove di controllo sul piano di posa

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato e della fondazione della pavimentazione:

	$S=0-1 \text{ m}$	$S=1-2 \text{ m}$	$S>2 \text{ m}$
prove di carico su piastra: una ogni	1500 m ²	2000 m ²	3000 m ²
prove di densità in sito: una ogni	1500 m ²	2000 m ²	2000 m ²

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione ecc.).

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000 m³. Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'Impresa.

3.4 Geotessile tessuto non tessuto

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene o poliestere, di peso non inferiore a 300 g/m². Il geotessile dovrà avere le caratteristiche di cui all'art. 2, delle presenti Norme.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate a spese dell'Impresa presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

Descrizione	Valore
peso (UNI 5114)	≥ 300 g/m ²
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	≥ 18 kN/m
allungamento (UNI 8639)	≥ 60%
lacerazione (UNI 8279/9)	≥ 0,5 kN/m
punzonamento (UNI 8279/14)	≥ 3 kN
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	≥ 0,8 cm/s
dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	≤ 100 μm

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita sarà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati, restando a carico dell'Impresa il relativo onere.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

3.5 MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE

3.5.1 Descrizione

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. La fondazione potrà essere formata da materiale d'apporto idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di progetto.

3.5.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- L'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- Granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 70	100
Crivello 40	75-100
Crivello 25	60-87
Crivello 10	35-67
Crivello 5	25-55
Setaccio 2	15-40
Setaccio 0,4	7-22
Setaccio 0,075	2-10

- Rapporto tra il passante al setaccio UNI 0,075 mm ed il passante al setaccio UNI 0,4 mm inferiore a 2/3.
- Perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso.
- Equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.
- Indice di portanza C.B.R. (CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50.

È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

3.6 CALCESTRUZZI

3.6.1 Requisiti dei materiali da impiegare, contenuto d'acqua

I materiali che sono usati per la preparazione dei calcestruzzi devono essere perfettamente idonei ed approvati dalla D.L.

In ogni caso tutti i materiali devono corrispondere a quanto prescritto dalle "Norme Tecniche" approvate con Decreto Ministeriale del 14.01.2008 al quale si fa riferimento per il tipo ed il numero dei controlli e le prove sui materiali da eseguire, salvo quanto diversamente specificato nel presente Capitolato Tecnico.

Il rapporto acqua/cemento deve essere scelto opportunamente (vedi UNI EN 206-1) in modo da consentire la realizzazione di calcestruzzi di elevata impermeabilità e compattezza e da migliorare la resistenza alla carbonatazione ed all'attacco dei cloruri; deve essere comunque utilizzato un rapporto acqua/cemento non superiore a:

- 0,45 per tutti gli elementi strutturali in c.a.
- 0,50 per tutti gli altri elementi.

Il controllo di quanto sopra prescritto viene effettuato, su richiesta della D.L., verificando sia la quantità di acqua immessa nell'impasto sia l'umidità degli inerti (metodo SPEEDY TEST).

3.6.2 Leganti

I leganti da impiegare devono essere conformi alle prescrizioni e definizioni contenute nella Legislazione vigente ed alla Norma UNI EN 206-1 e UNI ENV 197-1.

Per le opere destinate ad ambiente umido deve essere utilizzato cemento tipo pozzolanico.

Il dosaggio minimo di cemento per m³ di calcestruzzo deve essere determinato in funzione del diametro massimo degli inerti, secondo la Norma UNI 8981 - Parte 2[^] sulla durabilità del calcestruzzo, il tutto come riportato negli elaborati di progetto o secondo le disposizioni impartite dalla D.L.

3.6.3 Inerti

Gli inerti possono provenire sia da cave naturali che dalla frantumazione di rocce di cave coltivate con esplosivo e possono essere sia di natura silicea che calcarea, purché di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche. Devono essere accuratamente vagliati e lavati, privi di sostanze terrose ed organiche, provenienti da rocce non scistose né gelive, opportunamente miscelati con sabbia di fiume silicea, aspra al tatto, di forma angolosa e granulometricamente assortita.

Gli aggregati da utilizzare nella confezione dei calcestruzzi devono soddisfare i requisiti richiesti nel Decreto Ministeriale del 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" ed essere conformi alle prescrizioni relative alla Norma UNI 8520.

La granulometria degli inerti deve essere scelta in modo che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre senza pericolo di segregazione (UNI 9858), ed in particolare:

- per spessori di calcestruzzo minori o uguali a 15 cm;
- D30 per spessori di calcestruzzo maggiori di 15 cm.

La conformità degli inerti e delle miscele di inerti a quanto prescritto dalle Norme sopra citate deve essere comprovata da apposite prove condotte da un Laboratorio Ufficiale, il quale ne deve

rilasciare attestato mediante Relazione Tecnica che deve essere esibita alla Committente dall'Appaltatore, cui ne compete l'onere.

Per getti particolari, a discrezione della D.L., è a carico dell'Appaltatore provvedere allo studio dei più idonei dosaggi dei vari componenti in base ad apposite ricerche condotte da un Laboratorio Ufficiale.

3.6.4 Classe di resistenza a compressione dei calcestruzzi

Tutte le strutture per fondazioni, platee, pozzetti, muri ecc. devono essere realizzate con calcestruzzo della classe specificata sugli elaborati progettuali per ogni singola opera e/o indicata dalla D.L. (di norma classe di resistenza minima Rck 25 N/mm²).

I getti di sottofondazione, rinfiaccio ed allettamento nonché eventuali getti per finiture stradali vengono realizzati utilizzando calcestruzzo confezionato con classe di resistenza minima Rck 20 N/mm²).

Lo slump deve essere costantemente controllato nel corso del lavoro dall'Appaltatore mediante il cono di Abrams e non può mai superare i valori prescritti dalla D.L. per ogni classe, mentre detti valori possono essere ridotti quando sia possibile ed opportuno per migliorare la qualità del calcestruzzo.

La classe di resistenza minima non dovrà in alcun modo essere inferiore ai valori indicati nel Decreto Ministeriale del 14/01/2008.

3.7 CASSEFORME PER OPERE IN CALCESTRUZZO

Per l'esecuzione dei getti in cls. si devono costruire casseri con l'esatta forma e dimensione prevista dai disegni di progetto, atti a resistere al peso della struttura, agli urti, nonché alle vibrazioni prodotte durante la posa del cls. Ove necessario le cassetture debbono essere supportate da specifiche strutture di sostegno adatte ai volumi di cls da contenere e dalla quota in elevazione da raggiungere. La superficie dei casseri deve essere accuratamente pulita e, se necessario, trattata opportunamente per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e perfettamente liscia.

Per le fasi e le tecniche di disarmo si rimanda, in ogni caso, alle Norme Tecniche cui al D.M. 14.01.2008 e alla UNI 9858. Dopo il disarmo l'Appaltatore, a sue spese, deve curare l'asportazione di tutte le sbavature, tagliare tutti i tiranti metallici a 3 cm sotto la superficie del getto ed effettuare i rappezzi necessari, secondo quanto confacente al caso, previa approvazione da parte della D.L. delle modalità esecutive e delle malte da utilizzare. In funzione dell'opera da realizzare, le

casserature possono essere realizzate con pannelli metallici, con pannellature di legno, e/o con l'impiego di tavole di abete dello spessore minimo di cm 2,5. Particolare cura è richiesta per la preparazione della cassaforma esterna di eventuali muri di retta, onde ottenere opere esteticamente apprezzabili.

Qualora previsto in progetto, o richiesto dalla D.L., la cassetta di talune strutture può essere realizzata in carpenteria metallica a perdere (con barre di armatura premontate) a cura dell'Appaltatore.

3.8 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

L'acciaio e la rete elettrosaldata devono corrispondere alle caratteristiche specificate dalle Norme Tecniche cui a D.M. 14.01.2008.

Le dimensioni della maglia, il diametro del filo e la misura base dei pannelli della rete elettrosaldata sono stabiliti dal progetto costruttivo.

L' Appaltatore deve fornire i certificati di controllo, come prescritto dalla normativa succitata, per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale e copia conforme all'originale ai sensi dell'Art. 14 della Legge n. 15 del 4/01/1968. La D.L. prevede, in cantiere, al prelievo dei vari spezzoni da sottoporre agli accertamenti sulle caratteristiche fisico-chimiche, coerentemente a quanto disposto nel D.M. citato; detti spezzoni vengono inviati ad un Laboratorio Ufficiale di analisi a cura e spese dell'Appaltatore al quale spettano anche gli oneri relativi alle prove stesse.

La costruzione delle armature e la loro messa in opera devono effettuarsi secondo le prescrizioni delle vigenti leggi per le opere in c.a. L'armatura deve essere posta in opera nelle casseforme, secondo le posizioni assegnate dai disegni di progetto, facendo particolare attenzione che le parti esterne di detta armatura vengano rivestite del prescritto spessore di calcestruzzo (copriferro).

Si richiama l'attenzione sulla necessità di provvedere alla prefabbricazione e al premontaggio delle armature relative alle principali strutture in c.a.; si fa inoltre presente che la suddetta tecnica di premontaggio deve, ove possibile, essere applicata nel modo più generalizzato anche alle altre opere, previa approvazione da parte della D.L. dei sistemi di attuazione.

L' Appaltatore deve provvedere al reintegro delle connessioni, mediante saldatura elettrica, dei fili di orditura dei pannelli eventualmente dissaldatisi durante i trasporti o nella posa in opera. I pannelli di rete devono essere mantenuti distanti dalle murature, casseri, roccia od altro, a mezzo di appositi distanziatori e devono essere legati o saldati alle armature eventualmente esistenti.

3.9 TUBAZIONI PER CAVIDOTTI

Tutte le forniture di tubazioni e pezzi speciali in PEAD devono essere esclusivamente conformi alle prescrizioni di seguito riportate.

Le Aziende produttrici dei tubi e dei pezzi speciali dovranno essere munite di un Sistema Qualità conforme ai requisiti della Norma UNI EN ISO 9001/2008 (SQP/IIP).

3.10 TUBI P.V.C. INSERITI IN OPERE DI CALCESTRUZZO

Devono essere impiegati tubi corrugati in PVC (tipo 300 - UNI EN 1329-1) con giunti saldati a mastice, nei vari diametri e con spessore standard, dotati di apposita certificazione sia sul tipo di materiale che sui metodi di impiego.

I suddetti tubi devono essere scelti con dimensione interna maggiore o uguale a quanto indicato sui disegni ed in accordo con la D.L.

I tubi devono essere forniti ed inseriti, prima dei getti, nelle opere di calcestruzzo semplice ed armato (cordoli, briglie, muri, etc.) in qualunque forma e dimensione, con le pendenze e le altre prescrizioni di progetto o definite in loco dalla D.L.; durante la posa in opera dei suddetti tubi, i raggi di curvatura devono rispettare le prescrizioni del costruttore e le modalità di posa dei cavi da contenere; detti raggi di curvatura, non devono comunque essere inferiori a 5 volte il diametro della tubazione stessa o secondo quanto specificato negli elaborati progettuali.

Per la loro giunzione, devono essere utilizzati esclusivamente i giunti previsti dalla ditta produttrice.

3.11 POZZETTI

È prevista la realizzazione di pozzetti in calcestruzzo per canalizzazioni elettriche e idrauliche, per ispezione di dispersori di terra, etc., secondo i disegni di progetto e le disposizioni impartite in loco dalla D.L.; la loro profondità è legata a quella delle relative canalizzazioni e, qualora ubicati in terreni agricoli, devono sporgere di circa 40 cm per impedire il transito su di essi di macchine agricole.

Può essere richiesto, oltre alla esecuzione del pozzetto e relativa copertura attrezzata, il solo completamento di pozzetti esistenti fino alla quota definitiva del piano campagna mediante rialzamento delle pareti ed installazione di chiusini, griglie, lastre di copertura, oppure la esecuzione parziale di pozzetti ed in questo caso si deve provvedere all'apposizione di chiusure provvisorie atte, comunque, ad evitare danni ed infortuni.

3.12 STRADE E VIABILITÀ

Le strade interne, i parcheggi e le strade di accesso agli aerogeneratori sono progettate per un carico di 150 kN per ogni asse.

Le strade saranno generalmente "bianche" (sterrate) e avranno finitura in asfalto o in calcestruzzo armato solo per i casi nei quali sia previsto il ripristino dell'esistente.

In generale le strade saranno dimensionate in accordo alla seguente tabella:

	Nuove strade	Strade esistenti
Larghezza	1 corsia 5.0 m	1 corsia 5.0 m (minimo o come esistente)
Ingombro	5 m	5m (minimo o come esistente)
Raggio di curvatura (sull'asse strada)	5-8 m	5-8 m (minimo o come esistente)
Pendenza trasversale	0-2% per le corsie 2% - 4% per le banchine	
Pendenza longitudinale	max. 20 %	

Le strade saranno progettate come pavimentazioni flessibili, in genere costituite dai seguenti strati:

- Sottofondo: la parte dell'opera sulla quale è posata la fondazione in misto granulare;
- strato di fondazione: la parte di strada che giace tra il sottofondo e lo strato di base bituminoso. La sua funzione è quella di ripartire i carichi sul sottofondo;
- strato bituminoso di base: la parte di strada che si trova tra la fondazione in misto granulare e lo strato di usura; ha la funzione di assorbire la maggior parte delle sollecitazioni flessionali indotte dai carichi;
- strato di usura: la parte di strada che costituisce la superficie di rotolamento e ricopre lo strato bituminoso di base.

4. COMPONENTI ELETTROMECCANICHE DELL' IMPIANTO

4.1 COMPONENTI PRINCIPALI DELL'AEROGENERATORE

La turbina, ad asse orizzontale, è equipaggiata da un rotore tripala, un generatore asincrono ed un moltiplicatore di giri. Il rotore si compone di tre pale connesse ad un supporto imbullonato al mozzo centrale e munite di regolazione del passo, velocità variabile ed imbardata attiva. Il resto dei componenti di trasmissione, eccetto il generatore, sono fissati alla struttura principale all'interno della navicella.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate in tempo reale da un'unità di controllo. La regolazione della potenza viene fatta in funzione della velocità del vento attraverso un sistema detto di "regolazione di passo". Tale sistema consente la rotazione delle singole pale attorno al proprio asse, indipendentemente dalle altre, provocando di conseguenza, una variazione della superficie della pala esposta al flusso del vento. A velocità di vento basse, il sistema di passo è in grado di massimizzare l'energia prodotta scegliendo l'angolo di incidenza ottimale. A velocità alte, invece, il sistema di passo mantiene la potenza pari a quella nominale, indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria.

Di seguito si riporta, in estrema sintesi, una descrizione dei principali componenti di un aerogeneratore.

4.1.1 Torre

La torre dell'aerogeneratore rappresenta la principale struttura di supporto. Essa è di tipo tubolare in acciaio e ha un'altezza pari al massimo a 115 m. Nella parte inferiore la torre è solidale con il sistema di fondazioni, mentre nella parte superiore supporta la navicella consentendone, tuttavia, la rotazione attorno all'asse della torre. L'accesso alla torre è reso possibile attraverso una porta posizionata nella sezione più bassa della torre stessa.

All'interno sono presenti diversi componenti elettrici e di monitoraggio e la scala per accedere alla navicella, inoltre, il design stesso permette di installare un ascensore al fine di facilitare l'accesso alla navicella e le operazioni di manutenzione.

La scelta effettuata per l'integrale ricostruzione dell'impianto eolico di Alia Sclafani prevede che la torre venga realizzata in quattro o al massimo cinque sezioni.

4.1.2 Rotore

Il rotore, utilizzato per convertire l'energia del vento in energia cinetica, è costituito da tre pale montate sul mozzo in acciaio il quale è racchiuso dall'ogiva. Esso è installato sopravento rispetto alla torre ed è realizzato in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro.

Il diametro del rotore dell'aerogeneratore scelto per il progetto di rifacimento dell'impianto di Alia Sclafani sarà pari al massimo a 138 m.

La velocità variabile del rotore permette alla turbina di operare in qualunque condizione di vento senza incrementare i carichi e mantenendo gli stessi livelli di rumore, assicurando una certa producibilità anche in condizioni di venti deboli.

4.1.3 Pale e sistema di controllo

Le pale, in carbonio e fibra di vetro rinforzata in resina epossidica, sono realizzate con una superficie liscia e caratterizzate da un rivestimento speciale che ha lo scopo di proteggerle dai raggi UV, dall'umidità e di mantenerne invariato il colore. Le pale sono realizzate in colore grigio chiaro, colore standard anche per la torre e la navicella, ciò permette di ridurre gli effetti delle riflessioni senza influenzare la producibilità della turbina. Ai fini della segnalazione diurna per la navigazione aerea, in accordo con le disposizioni di ENAC, le pale degli aerogeneratori verranno verniciate nella parte estrema con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per una lunghezza totale di 18 m.

Le pale sono collegate al mozzo mediante un sistema di cuscinetti che ne permettono la rotazione attorno al proprio asse grazie al sistema di controllo delle pale (ogni pala è dotata del proprio sistema di regolazione del passo della pala).

L'aerogeneratore in esame entra in funzione ad una velocità del vento pari a circa 3 m/s (velocità di cut-in) e raggiunge le condizioni di potenza nominale ad una velocità di circa 13,5 m/s (senza turbolenze). Alla velocità di circa 28 m/s (velocità di cut-out) il sistema di controllo del passo modera la potenza della turbina orientando le pale in modo da limitare se non addirittura bloccare il rotore per evitare eccessive sollecitazioni o sovraccarichi al sistema stesso. Il sistema di controllo permette di orientare e ruotare ogni singola pala rispetto al proprio asse principale e indipendentemente dalle altre, in modo da migliorare il rendimento della turbina e il suo funzionamento.

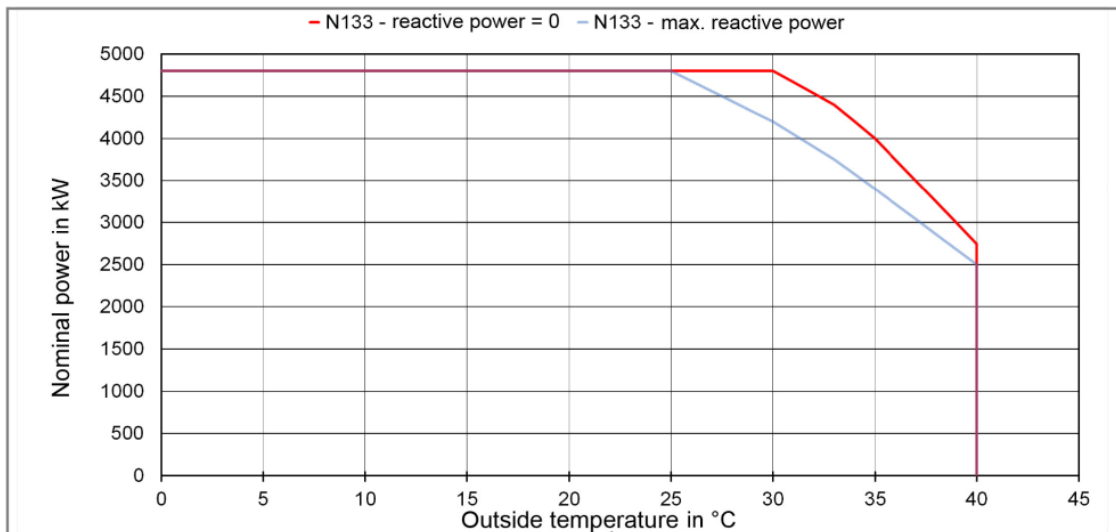


Figura 2. Curva di potenza N133-4.8

4.1.4 Navicella e sistema di imbardata

La navicella ospita al proprio interno la catena cinematica che trasmette il moto dalle pale al generatore elettrico. Una copertura in fibra di vetro rinforzata in plastica (GRP) protegge i componenti della macchina dagli agenti atmosferici e riduce il rumore prodotto a livelli accettabili. L'entrata in navicella attraverso la torre è ottenuta mediante una porta posta nel telaio principale; un'ulteriore piattaforma di manutenzione è installata per accedere ai componenti al di sotto del telaio principale.

Nella figura sottostante si vedono le principali apparecchiature contenute all'interno della navicella:

- moltiplicatore di giri (1);
- generatore elettrico (4);
- sistema di imbardata (5);
- sistema di orientamento del passo della pala (3), per mantenere la stessa perpendicolarmente rispetto alla direzione del vento.

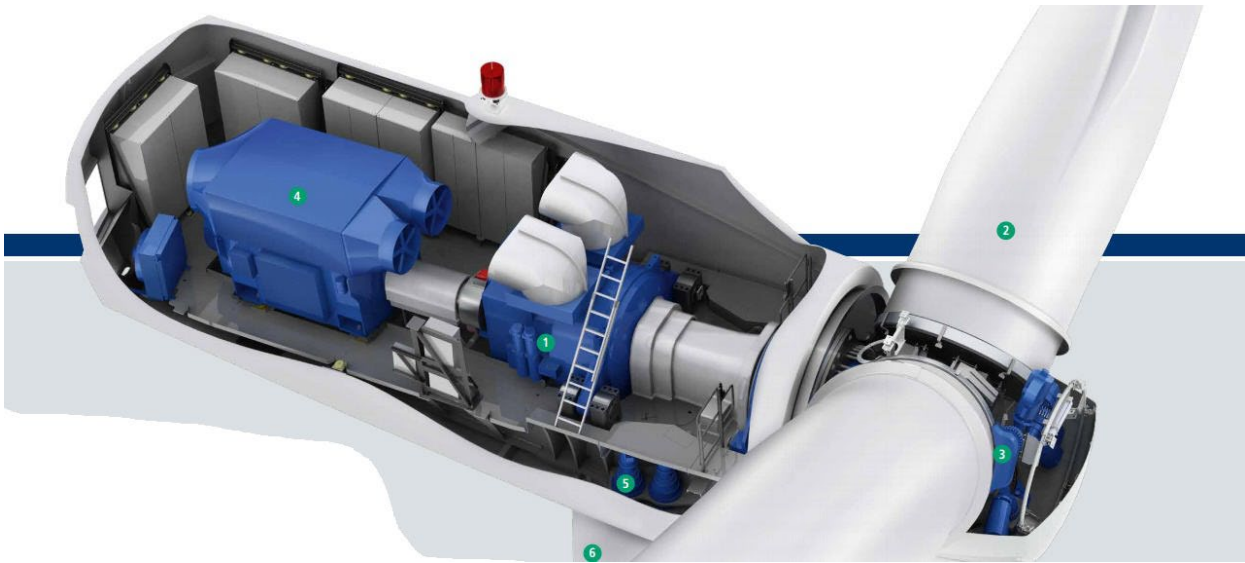


Figura 3. Esempio di navicella

La navicella è dotata di sistema antincendio consistente in rilevatori di fumo di monossido di carbonio (CO) i quali permettono di attivare un sistema di spegnimento; inoltre, lo stesso rivestimento della navicella risulta realizzato in materiali autoestinguenti.

Ai fini della segnalazione notturna per la navigazione aerea, in accordo con le disposizioni di ENAC, sull'estradosso di ciascuna navicella verrà installata una luce rossa.

4.2 QUADRO DI CAMPO MT

Per ogni aerogeneratore si prevede l'installazione di quadro MT a bordo macchina per la connessione elettrica alla linea di raccolta interna al parco eolico, nella configurazione a singolo o doppio ingresso, in funzione della posizione dell'aerogeneratore all'interno del sistema elettrico di produzione secondo quanto previsto nello schema elettrico unifilare di progetto, al fine di minimizzare la lunghezza della linea MT e di migliorare la continuità di servizio.

Le tipologie di quadro MT da installarsi sono le seguenti:

- Quadro MT tipologia 1: scomparto arrivo trafo e scomparto uscita linea MT;
- Quadro MT tipologia 2: scomparto arrivo trafo, scomparto uscita linea MT e scomparto arrivo linea MT;

Si riportano di seguito le principali caratteristiche del quadro MT a bordo aerogeneratore:

Descrizione	Valore
Tensione nominale	30 kV
Corrente nominale	630 A
Corrente nominale ammissibile di breve durata (1s)	16 kA
Corrente nominale alle sbarre	630 A
Tipo di interruzione	<ul style="list-style-type: none"> • Sezionatore sotto carico (on/off) • Sezionatore di terra (on/off)
Cablaggio compartimento cavi	Resistenti all' arco elettrico
n. 3 terminali (passaggio cavi/sbarre)	630 A

4.3 CAVI DI COLLEGAMENTO MT

Per cavi di collegamento si intendono quelli in uscita dal parco eolico, deputati al vettoriamento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori fino al quadro MT della cabina elettrica sita nella stazione utente, all'interno della quale verrà eseguita l'elevazione di tensione necessaria alla connessione alla rete di trasmissione elettrica nazionale a 150 kV, il tutto come indicato dal preventivo di connessione ricevuto (STMG).

Il cavo selezionato per il trasporto dell'energia prodotta è del tipo unipolare per applicazioni in media tensione, che presenta le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- Tensione di isolamento $U_0/U/U_{MAX} = 18/30/36$ kV;
- Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio;
- Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE);
- Guaina in polietilene di colore rosso (qualità DMP 2).

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2. Il cavo in oggetto verrà posato direttamente all'interno del terreno, in apposito scavo. Ogni circuito di media tensione sarà caratterizzato da una disposizione a trifoglio composta di tre cavi unipolari MT posati a una profondità di 1,1 m. Nel caso di più circuiti posati all'interno dello stesso scavo di media tensione, la distanza tra gli stessi (distanza asse trifoglio - asse trifoglio) sarà pari a 20 centimetri.

Il dimensionamento dei suddetti circuiti è stato realizzato in conformità alla norma IEC 60502-2, nel rispetto dei criteri posa e verifica della portata dei circuiti di media tensione col metodo della massima caduta di tensione ammissibile. Quest'ultima, data dalla somma di tutte le c.d.t. parziali sulle diverse sezioni d'impianto, è stata considerata pari all'3% della tensione nominale del sistema, nelle condizioni nominali di tutti gli aerogeneratori.

4.4 MESSA A TERRA DELLO SCHERMO DEI CAVI MT

Lo schermo dei circuiti di media tensione va collegato a terra ad entrambe le estremità.

Per collegamenti di grande lunghezza è preferibile mettere a terra il rivestimento metallico anche in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. Per collegamenti corti, normalmente non superiori al km, è tuttavia ammessa la messa a terra del rivestimento metallico in un solo punto purché vengano adottate le opportune cautele indicate nella norma CEI 11-17 al par 5.3.2 (CEI 20-89).

La norma, tuttavia, consente di collegare a terra lo schermo di un cavo, lungo fino a 1 Km, ad una sola estremità nei casi in cui:

- Lo schermo, se accessibile, sia considerato a tensione pericolosa all'estremità non collegata a terra e nelle giunzioni
- La guaina di materiale isolante che ricopre lo schermo sopporti la tensione totale dell'impianto di terra al quale è collegata l'altra estremità.

Nel caso di impianti eolici poiché gli aerogeneratori sono dotati del proprio impianto di terra è consigliabile collegare allo stesso entrambe le estremità del cavo al fine di realizzare una globale equipotenzialità in caso di guasto a terra.

4.5 RETE DI TERRA

L'impianto di terra sarà dimensionato in modo da rendere le tensioni di passo e contatto, all'interno e nelle vicinanze delle aree su cui insistono gli impianti, inferiori ai valori prescritti dalle Norme di riferimento (CEI EN 50522). Inoltre, l'impianto di terra garantirà la protezione di impianti ed apparecchiature contro l'elettricità statica.

L'impianto di terra e l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, sarà dimensionato per resistere anche alle sollecitazioni meccaniche ed alla corrosione; particolare cura sarà posta nella realizzazione delle connessioni e delle saldature tra le varie parti dell'impianto di terra, al fine di garantire l'adeguata continuità metallica dell'intero dello stesso.

Le specifiche tecniche per la realizzazione dell'impianto di terra devono seguire le indicazioni previste dalla seguente normativa di riferimento:

- Norma CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."
- Norma CEI 99-5 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a."
- Norma CEI 11-62 "Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria"

- Norma CEI EN 61936 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. e 1,5 kV in c.c."
- Norma CEI EN 60909 "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata"
- Norma CEI EN 61660 "Correnti di cortocircuito negli impianti ausiliari in c.c. nelle centrali e nelle stazioni elettriche"
- Requisiti delle stazioni elettriche di Terna con tensioni superiori a 120 kV.

Per un corretto dimensionamento della rete di terra è necessario richiedere all'ente distributore le correnti di guasto monofase e bifase a terra e i relativi tempi di intervento delle protezioni al fine di poter coordinare il sistema di protezione del distributore (TERNA) con quello dell'utente. Nel seguito, si dettaglia quella che è stata sviluppata come prima ipotesi di rete di terra globale delle diverse sezioni di impianto, seguendo le norme precedentemente descritte.

4.6 RETE DI TERRA AEROGENERATORI

All'interno della canalizzazione per la posa dei cavi di media tensione interrata per il collegamento "entra - esci" fra gli aerogeneratori, verrà posato un ulteriore cavo di rame nudo di sezione non inferiore a 95 mm² per la connessione tra le diverse reti di terra degli aerogeneratori.

4.7 Collegamento alla rete nazionale

Al fine di poter garantire l'esercizio del nuovo impianto, l'immissione in rete della corrente prodotta dagli aerogeneratori verrà garantita mediante il collegamento in cavo interrato alla stazione elettrica di trasformazione utente già esistente situata in adiacenza alla Cabina Primaria di "Alia", alla quale si collegherà l'impianto.

Nello specifico è stato richiesto al gestore di rete E-Distribuzione il mantenimento, con opportuno adeguamento, della connessione esistente con potenziamento dell'impianto. La soluzione tecnica minima generale (STMG) ottenuta (codice pratica: 355352114) prevede che l'impianto venga allacciato alla rete AT di proprietà E-Distribuzione, con tensione nominale di 150 kV tramite mantenimento della connessione esistente nella cabina primaria denominata SM ALIA codice impianto D800-1-380881 (Ex:DR00-1-380170).

A tale riguardo, per gli impianti della RTN, relativamente alla connessione della centrale, Terna prevede la realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 150 kV di collegamento tra la Cabina Primaria "Alia" (ove dovrà essere realizzato uno stallo 150 kV) e l'esistente stazione elettrica RTN di smistamento 150 kV denominata "Castronovo RT", di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Per quanto riguarda invece gli impianti di E-Distribuzione saranno necessari i seguenti interventi:

- adeguamento del trasformatore;
- verifica ed eventuale adeguamento del sistema di misura e delle apparecchiature di consegna esistenti.