

MAGGIO 2024

PELESTRINA WIND S.R.L.
WIND FARM VENTURINA – IMPIANTO EOLICO DA
59,4 MW

LOCALITÀ CASALAPPI

Comuni di Campiglia Marittima, Piombino e
Suvereto (LI)

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO
ELABORATO R14
DISCIPLINARE TECNICO DESCRITTIVO

Progettista

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n. 1726

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Lorenzo Griso

Francesca Casero

Riccardo Coronati

Codice elaborato

2799_4861_VNT_PFTE_R14_Rev0_DISCIPLINARETECNICO

Marittima



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2799_4861_VNT_PFTE_R14_Rev0_DISCIPLINARETECNI CO	05/2024	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Valentino Cugno	Progettazione Civile	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1. PREMESSA	5
1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	5
2. ELEMENTI PRINCIPALI PARCO EOLICO	8
2.1 AEROGENERATORE	8
2.1.1 Pale	9
2.1.2 Rotore	9
2.1.3 Navicella	10
2.1.4 Sistema di controllo	11
2.1.5 Impianto elettrico dell'aerogeneratore	11
2.2 PIAZZOLE DI MONTAGGIO	12
2.3 VIABILITÀ DI ACCESSO AL SITO	16
2.4 OPERE DI FONDAZIONE	20
2.4.1 FONDAZIONI PROFONDE	20
2.4.2 PLINTI DI FONDAZIONE AEROGENERATORI.....	20
2.4.3 PLATEE DI FONDAZIONE CABINE ELETTRICHE.....	20
2.5 CAVI E CAVIDOTTI	20
2.6 ALTRE COMPONENTI ELETTRICHE	23
2.6.1 Impianto elettrico aerogeneratore	23
2.6.2 Trasformatore	23
2.6.3 Quadro 30 kV	23
2.6.4 Dispositivo di generatore BT	23
2.6.5 Sistema di ventilazione	23
2.6.6 Luci.....	24
2.6.7 Arresto d'emergenza	24
2.6.8 Disconnessione dell'energia.....	24
2.7 SOLUZIONE DI CONNESSIONE PREVISTA PER L' IMPIANTO	24
3. SPECIFICHE TECNICHE OPERE MECCANICHE	25
4. SPECIFICHE TECNICHE OPERE DI MOVIMENTAZIONE TERRENI	27
4.1 SCAVI	27
4.1.1 Scavi generici.....	27
4.1.2 Scavi di sbancamento	28
4.1.3 Scavi di fondazione o sezione obbligata	28
4.1.4 Scavi per la messa a dimora di cavidotti elettrici	29
4.2 RILEVATI	30
4.2.1 Piano di posa	30
4.2.2 Corpo del rilevato e cassonetto stradale	30
4.2.3 Strato di finitura	31
5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO	33
5.1 LEGANTI	33
5.2 GHIAIE E PIETRISCHI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI	34
5.3 ACQUA	34



5.4	SABBIA	34
5.5	ACCIAIO PER ARMATURE	34
5.6	CASSERI	35
5.7	DISARMANTI	35
5.8	ADDITIVI	35
5.9	IMPASTI	35
5.10	FASI DI GETTO	36
5.11	RIPRESE DI GETTO	36
5.12	CAMPIONI E PROVE DI ROTTURA	36
5.13	MATURAZIONE DEL CLS	36
5.14	DISARMO E SCASSERATURA.....	36
6.	OPERE IN CARPENTERIA METALLICA.....	37
7.	NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	39



1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di **59,4 MW**, che prevede l'installazione di **n. 9 aerogeneratori da 6,6 MW** da installarsi nel territorio comunale di Comuni di Campiglia Marittima, Piombino e Suvereto in provincia di Livorno. Le opere di connessione interesseranno, i comuni già citati, di Campiglia Marittima, Piombino e Suvereto, sempre in provincia di Livorno.

La Società Proponente è la Pellestrina Wind S.R.L., con sede legale in Via Friuli-Venezia Giulia 75, 30030 Pianiga (VE).

Tale opera si inserisce nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 132 kV sulla Stazione Elettrica (SE) a 380/132 kV della RTN denominata "Suvereto". Ai sensi dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt 99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna 132 kV per il collegamento della centrale alla citata SE costituisce l'impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo di arrivo a 132 kV nella suddetta stazione costituisce l'impianto di rete per la connessione.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto:

- da N° 9 aerogeneratori della potenza nominale di 6,6 MW ciascuno;
- dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte rigenerando strade comunali e/o agricole esistenti;
- dalle opere di collegamento alla rete elettrica;
- dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco.

A tal fine il presente documento costituisce la **Relazione Tecnica Generale** del progetto.

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nella provincia di Livorno e prevede l'installazione di n. 9 aerogeneratori territorialmente così collocati:

- n. 3 aerogeneratori nel comune di Piombino (VNT01, VNT03, VNT08);
- n. 4 aerogeneratori nel comune di Campiglia Marittima (VNT02, VNT05, VNT07, VNT09);
- n. 2 aerogeneratori nel comune di Suvereto (VNT04, VNT06);

Le opere di connessione interesseranno, i comuni già citati di Campiglia Marittima, Piombino e Suvereto, sempre in di Livorno (Figura 1.1).

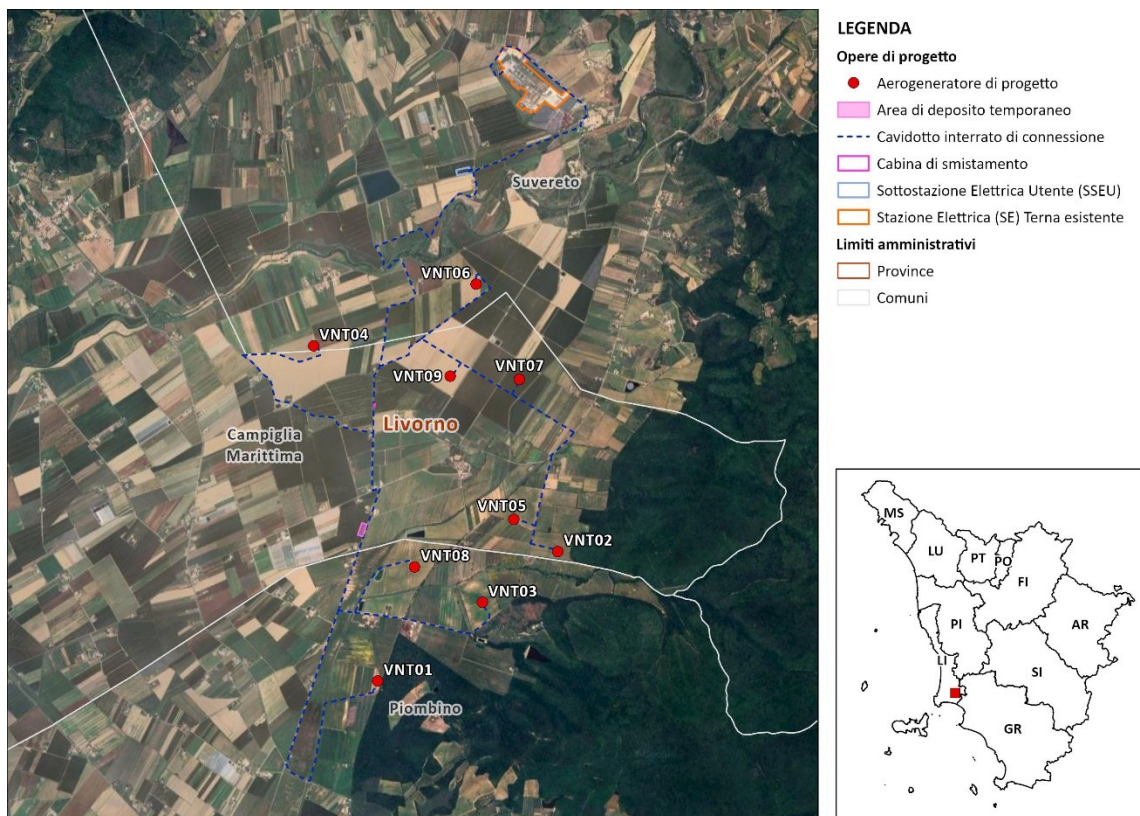


Figura 1.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell’impianto proposto

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in **Errore**. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro..

Tabella 1-1: Coordinate aerogeneratori - WGS 1984 (Gradi decimali)

WTG	WGS 84 – GRADI DECIMALI	
	Longitudine E	Latitudine N
VNT01	10,675327	43,002852
VNT02	10,696541	43,013566
VNT03	10,687665	43,009352
VNT04	10,668633	43,031471
VNT05	10,691525	43,016356
VNT06	10,68767	43,036451
VNT07	10,692492	43,028282
VNT08	10,679886	43,0125
VNT09	10,684454	43,028665

L’accesso al sito avverrà mediante strade esistenti a carattere nazionale e regionale partendo dal porto di Livorno (LI) fino ad arrivare all’area di progetto. Successivamente, le principali strade provinciali e comunali del territorio, in aggiunta alle piste appositamente create, permetteranno di collegare le singole piazzole di ciascuna torre con la viabilità pubblica esistente (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

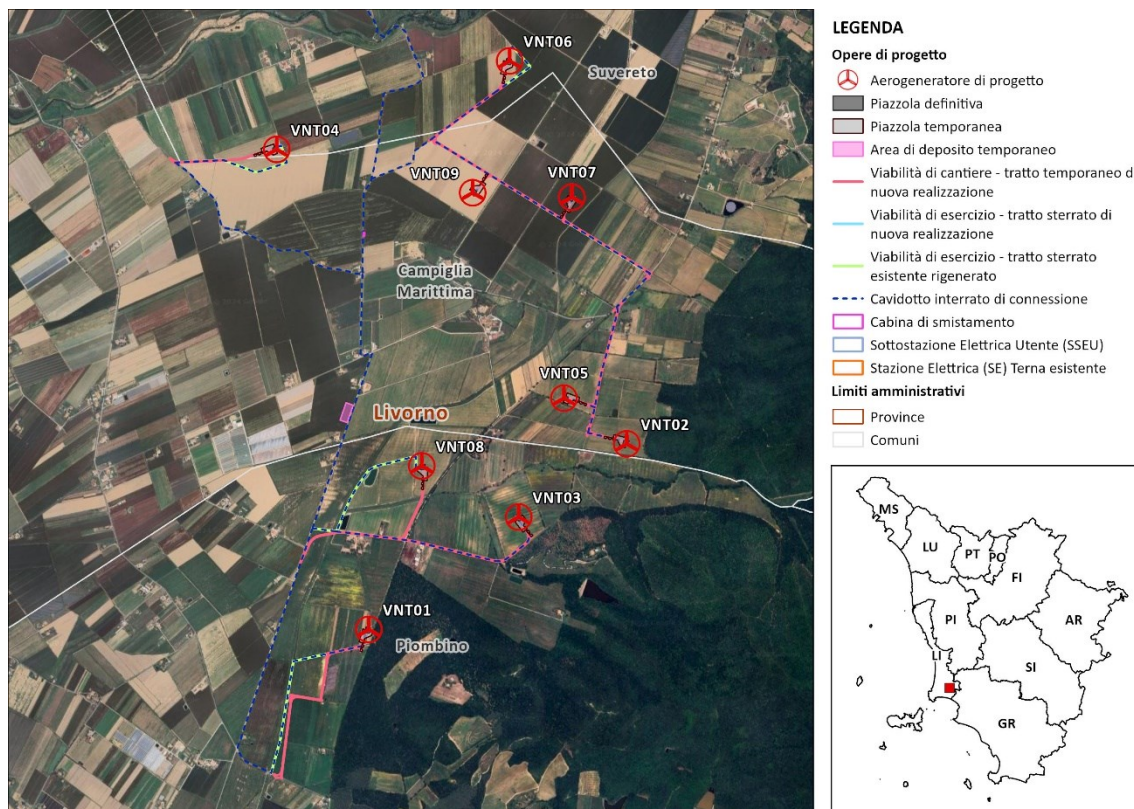


Figura 1-2 Inquadramento della viabilità di progetto

2. ELEMENTI PRINCIPALI PARCO EOLICO

Si descrivono di seguito i principali componenti ed i rispettivi materiali costituenti gli elementi del parco eolico in progetto.

2.1 AEROGENERATORE

Il tipo di aerogeneratore previsto è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,6 MW, avente le caratteristiche principali di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 170 m, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio sezionata in 5 elementi;
- altezza del mozzo pari a 115 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,70 m;
- area spazzata massima: 22698 m².

Si riporta nei successivi paragrafi una breve descrizione dei vari elementi e si rimanda alla scheda tecnica generale del costruttore allegata al presente documento per una più completa analisi.

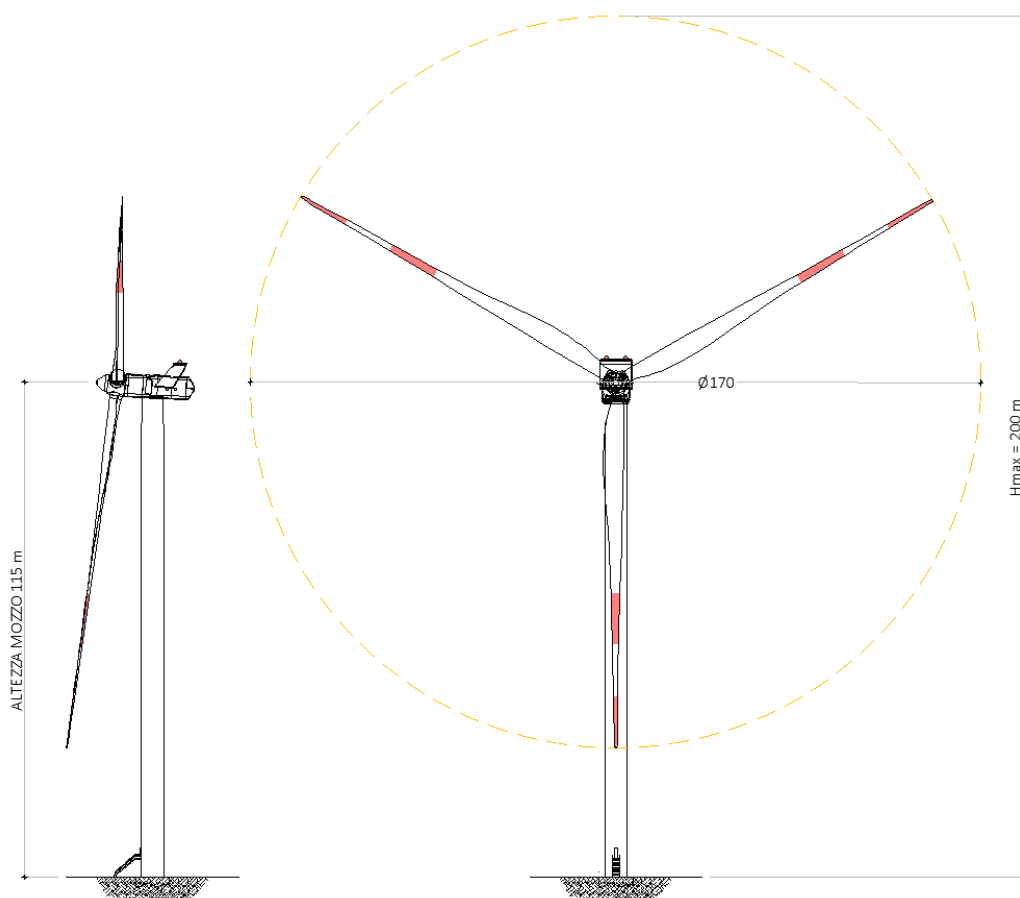


Figura 2.1: Struttura aerogeneratore

2.1.1 Pale

Le pale sono in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e fibra di carbonio. Le pale sono realizzate con due gusci ancorati ad una trave portante e sono collegate al mozzo per mezzo di cuscinetti che consentono la rotazione della pala attorno al proprio.

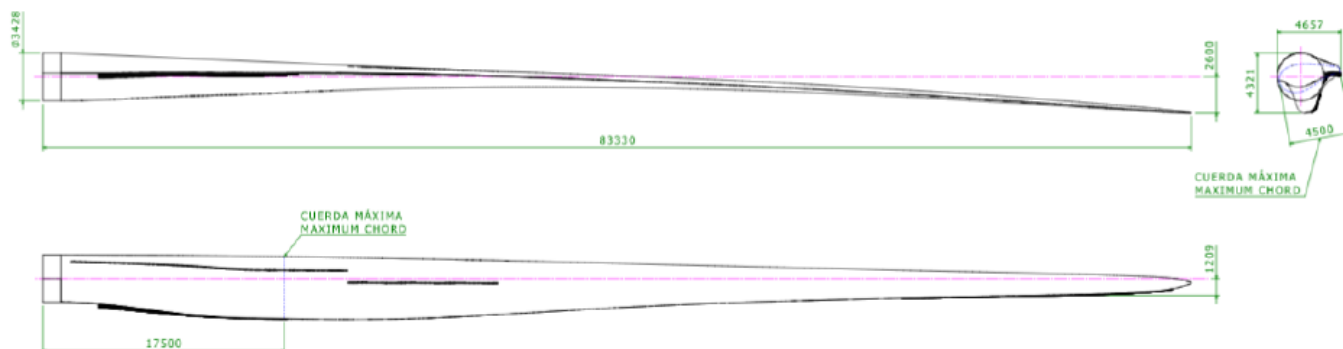


Figura 2.2: Schema di pala

2.1.2 Rotore

Il rotore avrà una velocità di rotazione variabile. Combinato con un sistema di regolazione del passo delle pale, fornisce la migliore resa possibile adattandosi allo stesso tempo alle specifiche della rete elettrica (accoppiamento con generatore) e minimizzando le emissioni acustiche. Le pale, a profilo alare, sono ottimizzate per operare a velocità variabile e saranno protette dalle scariche atmosferiche da un sistema parafulmine integrato. L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto è il mozzo. I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo. Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno. Il mozzo sarà realizzato in ghisa fusa a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute.

Durante il funzionamento dei sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico. Con bassa velocità del vento e a carico parziale il generatore eolico opera a passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. La bassa velocità del rotore alle basse velocità mantiene bassi i livelli di emissione acustica. A potenza nominale e ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante; le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità. Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua ed agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti a quattro contatti tramite un ingranaggio epicicloidale a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso. Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, il carica batteria ed il sistema di controllo sono posizionati nel mozzo del rotore in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini. Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario.

Durante la normale azione di frenaggio i bordi d'attacco delle pale vengono ruotati in direzione del vento. Il meccanismo di controllo del passo agisce in modo indipendente su ogni pala. Pertanto, nel caso in cui l'attuatore del passo dovesse venire a mancare su due pale, la terza può ancora riportare il rotore sotto controllo ad una velocità di rotazione sicura nel giro di pochi secondi. In tal modo si ha un sistema di sicurezza a tripla ridondanza. Quando l'aerogeneratore è in posizione di parcheggio, le pale del rotore vengono messe a bandiera. Ciò riduce nettamente il carico sull'aerogeneratore, e quindi sulla torre.

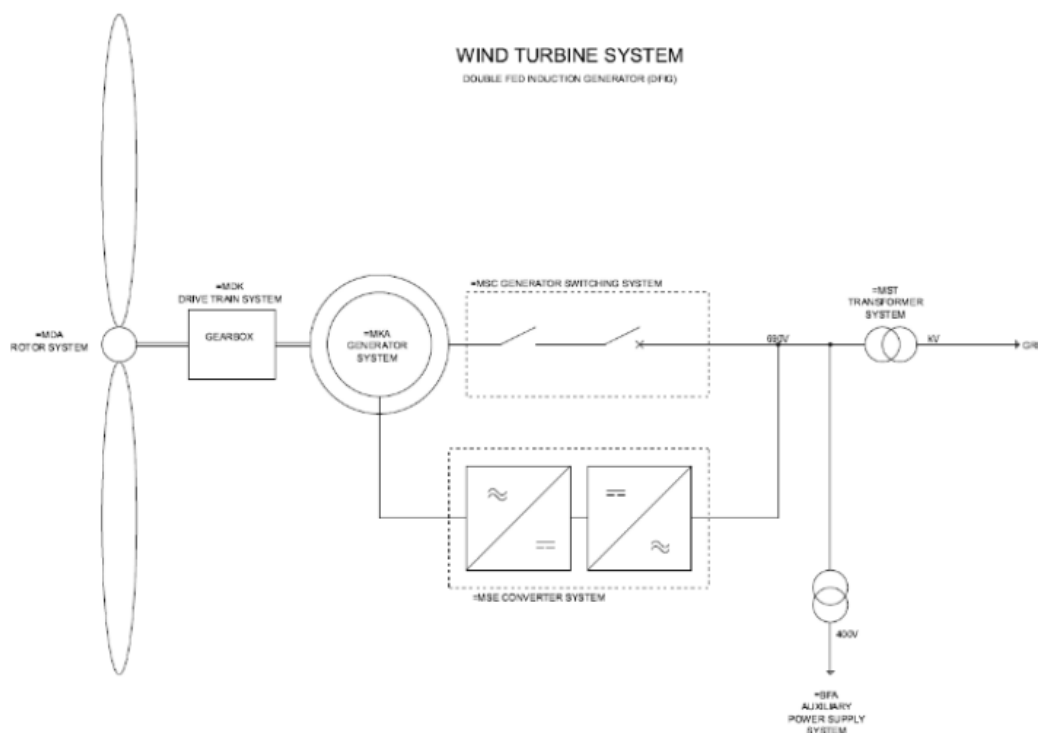


Figura 2.3: Schema di funzionamento aerogeneratore

2.1.3 Navicella

La navicella ospita al proprio interno la catena cinematica che trasmette il moto dalle pale al generatore elettrico. Una copertura in fibra di vetro protegge i componenti della macchina dagli agenti atmosferici e riduce il rumore prodotto a livelli accettabili. Sul retro della navicella è posta una porta attraverso la quale, mediante l'utilizzo di un palanco, possono essere rimossi attrezzature e componenti della navicella. L'accesso al tetto avviene attraverso un lucernario. La navicella, inoltre, è provvista di illuminazione.

All'interno della navicella sono alloggiati l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari. All'estremità dell'albero lento, corrispondente all'estremo anteriore della navicella, è fissato il rotore costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale, costituite in fibra di vetro rinforzata. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata); inoltre è dotata di un sistema di controllo del passo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di energia al suo valore nominale indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria; in corrispondenza invece di bassa velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione di energia scegliendo la combinazione ottimale tra velocità del rotore e angolo di orientamento delle pale in modo da avere massimo rendimento. Il funzionamento dell'aerogeneratore è continuamente monitorato e controllato da un'unità a microprocessore.

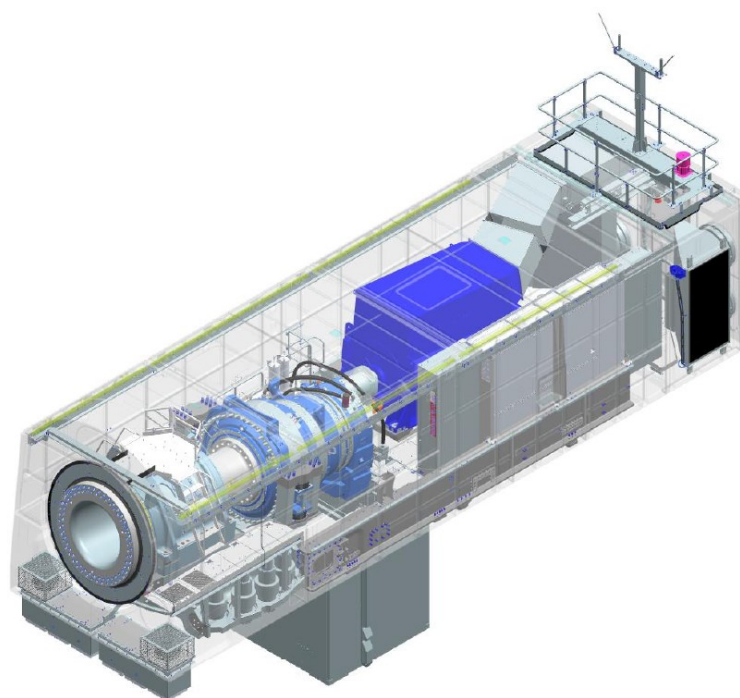


Figura 2.4 - Struttura navicella

2.1.4 Sistema di controllo

Tutto il funzionamento dell'aerogeneratore è controllato da un sistema a microprocessori che attua un'architettura multiprocessore in tempo reale. Tale sistema è collegato a un gran numero di sensori mediante cavi a fibre ottiche. In tal modo si garantisce la più alta rapidità di trasferimento del segnale e la maggior sicurezza contro le correnti vaganti o i colpi di fulmine. Il computer installato nell'impianto definisce i valori di velocità del rotore e del passo delle pale e funge quindi anche da sistema di supervisione dell'unità di controllo distribuite dell'impianto elettrico e del meccanismo di controllo del passo alloggiato nel mozzo.

La tensione di rete, la fase, la frequenza, la velocità del rotore e del generatore, varie temperature, livelli di vibrazione, la pressione dell'olio, l'usura delle pastiglie dei freni, l'avvolgimento dei cavi, nonché le condizioni meteorologiche vengono monitorate continuamente. Le funzioni più critiche e sensibili ai guasti vengono monitorate con ridondanza. In caso di emergenza si può far scattare un rapido arresto mediante un circuito cablato in emergenza, persino in assenza del computer e dell'alimentazione esterna. Tutti i dati possono essere monitorati a distanza in modo da consentirne il telecontrollo e la tele gestione di ogni singolo aerogeneratore.

2.1.5 Impianto elettrico dell'aerogeneratore

L'impianto elettrico è un componente fondamentale per un rendimento ottimale ed una fornitura alla rete di energia di prima qualità. Il generatore asincrono a doppio avvolgimento consente il funzionamento a velocità variabile con limitazione della potenza da inviare al circuito del convertitore, ed in tal modo garantisce le condizioni di maggior efficienza dell'aerogeneratore. Con vento debole la bassa velocità di inserimento va a tutto vantaggio dell'efficienza, riduce le emissioni acustiche, migliora le caratteristiche di fornitura alla rete. Il generatore a velocità variabile livella le fluttuazioni di potenza in condizioni di carico parziale ed offre un livellamento quasi totale in condizioni di potenza nominale. Ciò porta a condizioni di funzionamento più regolari dell'aerogeneratore e riduce nettamente i carichi dinamici strutturali. Le raffiche di vento sono "immagazzinate" dall'accelerazione del rotore e sono

convogliate gradatamente alla rete. La tensione e la frequenza fornite alla rete restano assolutamente costanti. Inoltre, il sistema di controllo del convertitore può venire adattato ad una grande varietà di condizioni di rete e può persino servire reti deboli. Il convertitore è controllato attraverso circuiti di elettronica di potenza da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso. La fornitura di corrente è quasi completamente priva di flicker, la gestione regolabile della potenza reattiva, la bassa distorsione, ed il minimo contenuto di armoniche definiscono una fornitura di energia eolica di alta qualità.

La bassa potenza di cortocircuito permette una migliore utilizzazione della capacità di rete disponibile e può evitare costosi interventi di potenziamento della rete. Grazie alla particolare tecnologia delle turbine previste, non sarà necessaria la realizzazione di una cabina di trasformazione BT/30 KV alla base di ogni palo in quanto questa è già alloggiata all'interno della torre d'acciaio; il trasformatore BT/30 KV con la relativa quadristica di media tensione fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso, a base torre.

Per la rete di media tensione è stato individuato un trasformatore; il gruppo sarà collegato alla rete di media tensione attraverso pozzetti di linea per mezzo di cavi posati direttamente in cavidotti interrati convenientemente segnalati.

2.2 PIAZZOLE DI MONTAGGIO

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore verrà realizzata una piazzola di montaggio al fine di consentire le manovre di scarico dei vari elementi delle torri, il loro stoccaggio in attesa della posa in opera, il posizionamento della gru principale di sollevamento e montaggio e il posizionamento della gru ausiliaria. Tenuto conto delle dimensioni del generatore, la viabilità di servizio all'impianto e le piazzole costituiscono le opere di maggiore rilevanza per l'allestimento del cantiere. Oltre all'area suddetta saranno realizzate due aree di servizio per il posizionamento delle gru ausiliarie al montaggio del braccio della gru principale.

Le piazzole di montaggio dovranno avere una superficie piana o con pendenza minima (1÷2%) di dimensioni tali da contenere tutti i mezzi e le apparecchiature garantendo ai mezzi all'interno di essa buona libertà di movimento.

Nella seguente figura si riportano degli schemi tipologici.

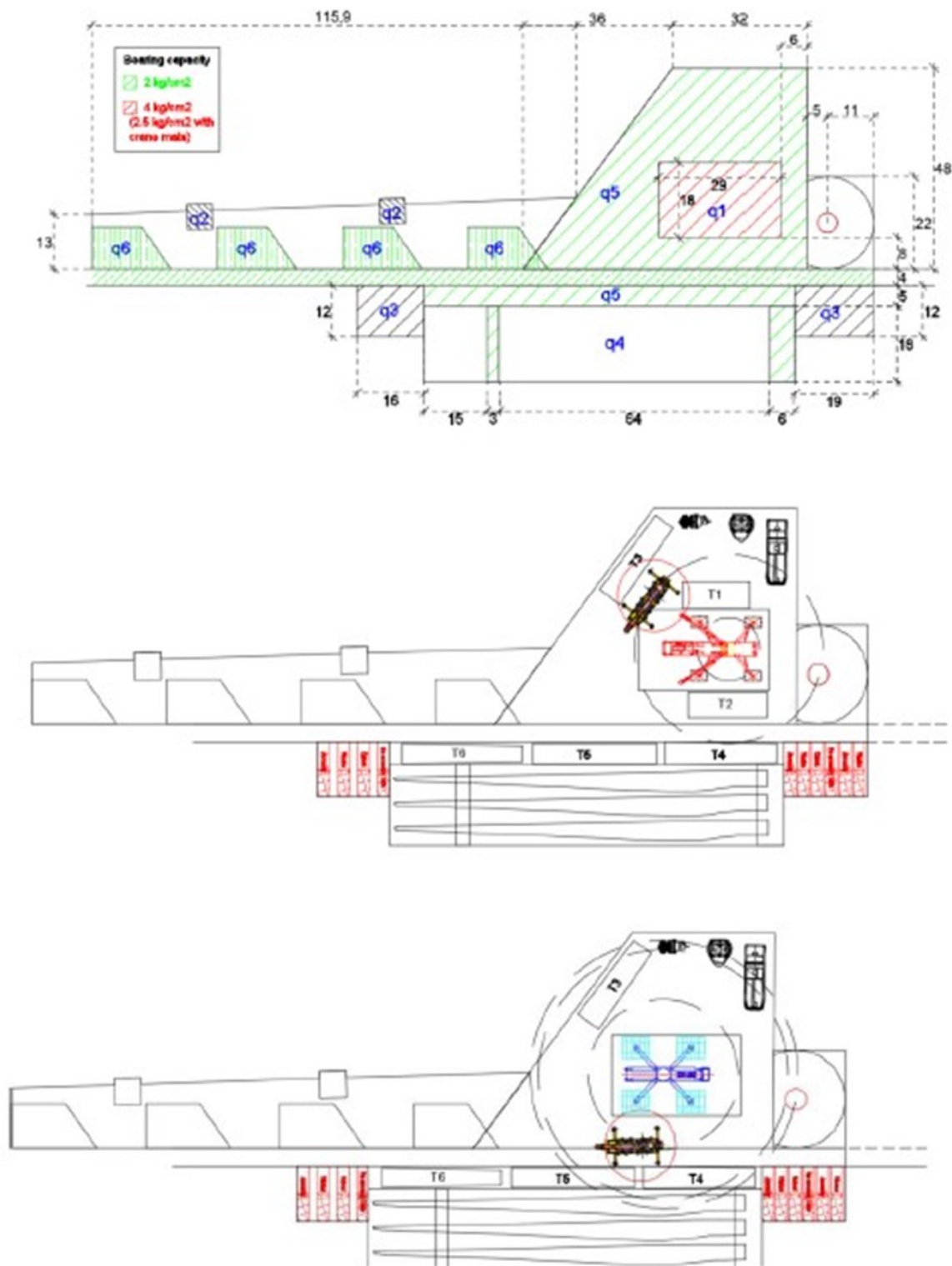


Figura 2.5 – tipologico per il sistema di montaggio

Per le torri in esame, al fine di minimizzare i movimenti terra e quindi gli impatti sul territorio, si può scegliere di utilizzare una piazzola per un montaggio in due fasi, denominata “Partial storage” dove verranno utilizzate due tipologie di gru e verranno stoccati i diversi componenti due tempi. In

Come si evince dalle figure dei tipologici sopra riportate non tutte le aree della piazzola necessitano delle stesse caratteristiche in termini di portanza ma variano come segue:

- Area destinata al posizionamento della gru principale = $2 \times 1,5 = 3$ kg/cmq.
- Area per lo stoccaggio degli elementi = 2 kg/cmq.
- Punti di appoggio dei cavalletti per lo stoccaggio delle pale = 2 kg/cmq.
- Le rimanenti aree devono avere semplicemente una superficie più o meno piana e libera da ostacoli.

Gli spazi per il montaggio della gru principale non richiedono interventi sul terreno dovendo essere semplicemente garantita la libertà spaziale lungo il braccio della gru (lungo tutta la sua estensione non dovranno esserci alberi o ingombri più alti di 1,5-1,8m). Dovranno essere assicurati uno o due punti intermedi di appoggio solo qualora l'orografia del terreno non ne presenti già di idonei. Le aree richieste per le gru ausiliarie di supporto alle operazioni di montaggio del braccio della gru principale non richiedono interventi particolari sul terreno, dovranno semplicemente presentare una modesta pendenza ed essere libere da ostacoli per permettere lo stazionamento della gru e il posizionamento degli stabilizzatori.

Alla fine della fase di cantiere le dimensioni delle piazzole saranno ridotte ad una superficie a forma di "L" (si veda area di colore giallo nella seguente figura) con le dimensioni maggiori pari a circa 46,5 m x 32,5 m per un totale di circa 1400 mq, per consentire la manutenzione degli aerogeneratori stessi, mentre la superficie residua sarà rinverdata e mitigata.

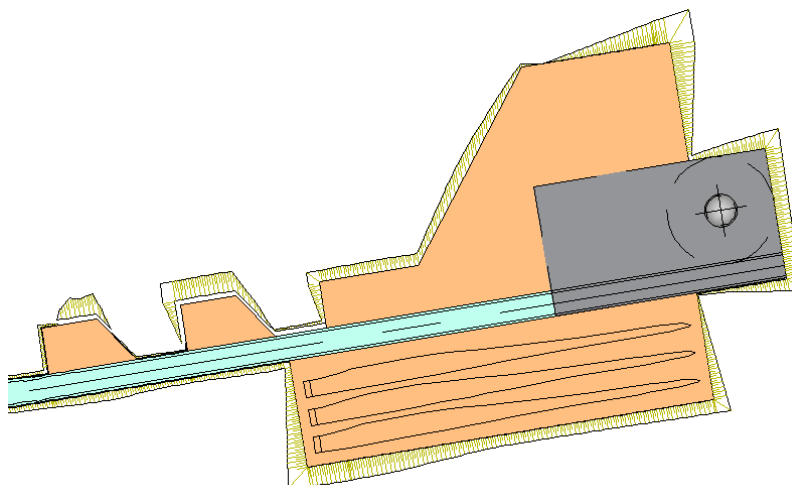


Figura 2.8 – schema piazzole (ciano=accesso; marrone=aree temporanee di cantiere; grigio=area fase di esercizio)

Nella seguente figura si riporta un esempio di piazzola in fase di costruzione e la corrispettiva piazzola in fase di esercizio.



Piazzola in fase di cantiere

Piazzola in fase di esercizio

Figura 2.9 – Esempio piazzole nelle diverse fasi

In fase di progettazione esecutiva tutte le ipotesi sopra enunciate dovranno essere verificate ed eventualmente aggiornate e/o integrate in funzione delle specifiche turbine da installare e dei mezzi che si utilizzeranno per trasporti e montaggi, che potrebbero avere sensibili variazioni dimensionali dei mezzi d'opera e degli spazi di manovra.

2.3 VIABILITÀ DI ACCESSO AL SITO

La viabilità interna campo per accedere alle varie piazzole sarà realizzata con strade esistenti e nuove piste che consentiranno di raggiungere agevolmente tutte le postazioni in cui verranno collocati gli aerogeneratori.

proseguendo poi in direzione Sud con le principali arterie ad alta percorrenza (SGC FI-PI-LI, SS1 e A12/E80). Si percorre l'autostrada fino allo svincolo Vignale-Riotorto. Da quest'ultimo, la Strada Provinciale SP39 e la Strada Comunale SC Casalappi, permetteranno di raggiungere il punto identificato come ingresso del parco. Nel tratto dall'uscita dell'autostrada all'ingresso del parco dovrà essere realizzata un'area di trasbordo.

Questa ipotesi dovrà essere analizzata in fase di progettazione esecutiva da una ditta specializzata in trasporti speciali.



Figura 2.10: ipotesi di viabilità di accesso al sito

Dal punto sopra indicato come punto di ingresso al parco, un reticolo di strade esistenti permette di collegare le varie torri distribuite su di un'area di circa 7 kmq. Le principali strade utilizzate sono:

- SP21 Cafaggio – Riotorto
- SP 22 San Lorenzo – Banditelle
- SC4 di Casalappi

Queste ultime saranno infine collegate alle varie piazzole per la realizzazione delle torri mediante dei tracciati agricoli esistenti o mediante piste di nuova realizzazione

Le strade pubbliche sopra elencate si presentano asfaltate e in gran parte adatte al passaggio dei mezzi speciali mentre per quanto riguarda i tracciati agricoli con fondo sterrato dovranno essere adeguati aumentandone la sezione carrabile.

Nelle seguenti Figure 2.10 si riporta uno schema della viabilità interna evidenziando i tratti di nuova realizzazione (sterrati o asfaltati).

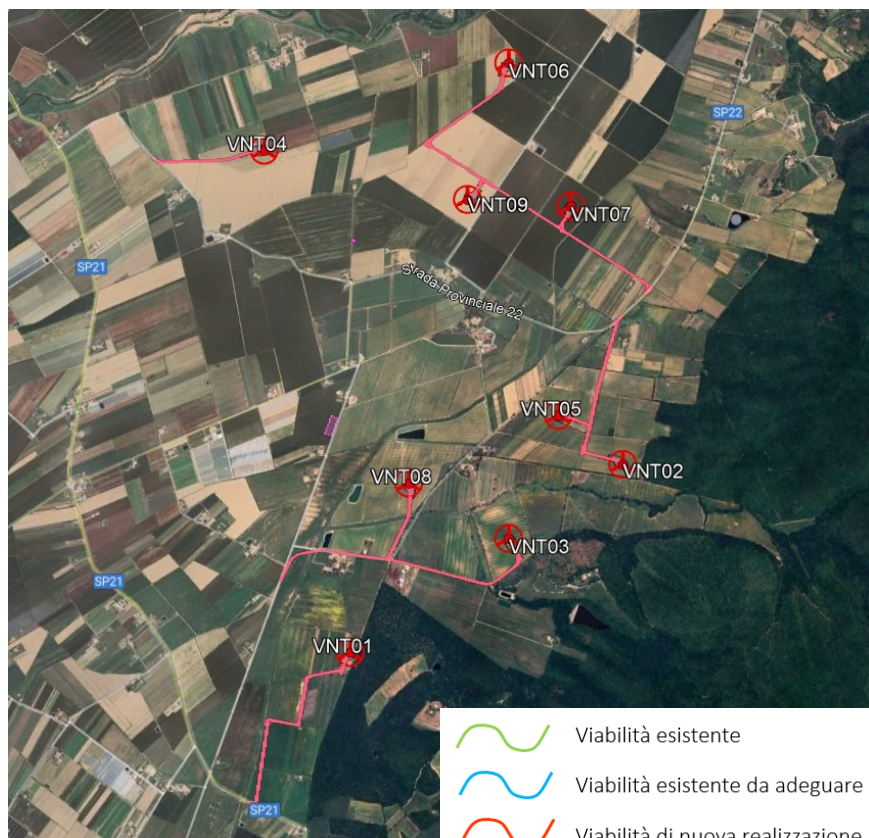


Figura 2.11: Inquadramento della viabilità di progetto nella parte nord del layout

Le strade esistenti verranno adeguate in alcuni tratti per rispettare i raggi di curvatura e l'ingombro trasversale dei mezzi di trasporto dei componenti dell'aerogeneratore. Tali adeguamenti consisteranno quindi essenzialmente in raccordi agli incroci di strade e ampliamenti della sede stradale nei tratti di minore larghezza, per la cui esecuzione sarà richiesta l'asportazione, lateralmente alle strade, dello strato superficiale di terreno vegetale e la sua sostituzione con uno strato di misto granulare stabilizzato. Le piste di nuova costruzione avranno una larghezza di 5,50 m e su di esse, dopo l'esecuzione della necessaria compattazione, verrà steso uno strato di geotessile; quindi, verrà realizzata una fondazione in misto granulare dello spessore di 40 cm e infine uno strato superficiale di massiciata dello spessore di 10 cm.

Verranno eseguite opere di scavo, compattazione e stabilizzazione nonché riempimento con inerti costipati e rullati così da avere un sottofondo atto a sostenere i carichi dei mezzi eccezionali nelle fasi di accesso e manovra.

La costruzione delle strade di accesso in fase di cantiere e di quelle definitive dovrà rispettare adeguate pendenze sia trasversali che longitudinali allo scopo di consentire il drenaggio delle acque impedendo gli accumuli in prossimità delle piazzole di lavoro degli aerogeneratori.

A tal fine le strade dovranno essere realizzate con sezione a pendenza con inclinazione di circa il 2%.

Il corpo stradale sarà realizzato secondo le seguenti modalità:

- A. Scotico terreno vegetale.
- A. Scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa.
- B. Compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti.
- C. Ove necessario, stesa per strati e compattazione del corpo del rilevato con materiale da cava o con materiale proveniente dagli scavi se ritenuto idoneo dalla D.L.
- D. Posa del Cassonetto stradale in tout venant compatto o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm.
- E. Posa dello Strato di finitura (massicciata) in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente vagliato sp. medio 10 cm.

Si riporta di seguito una sezione tipo delle piste di accesso sopra descritte.

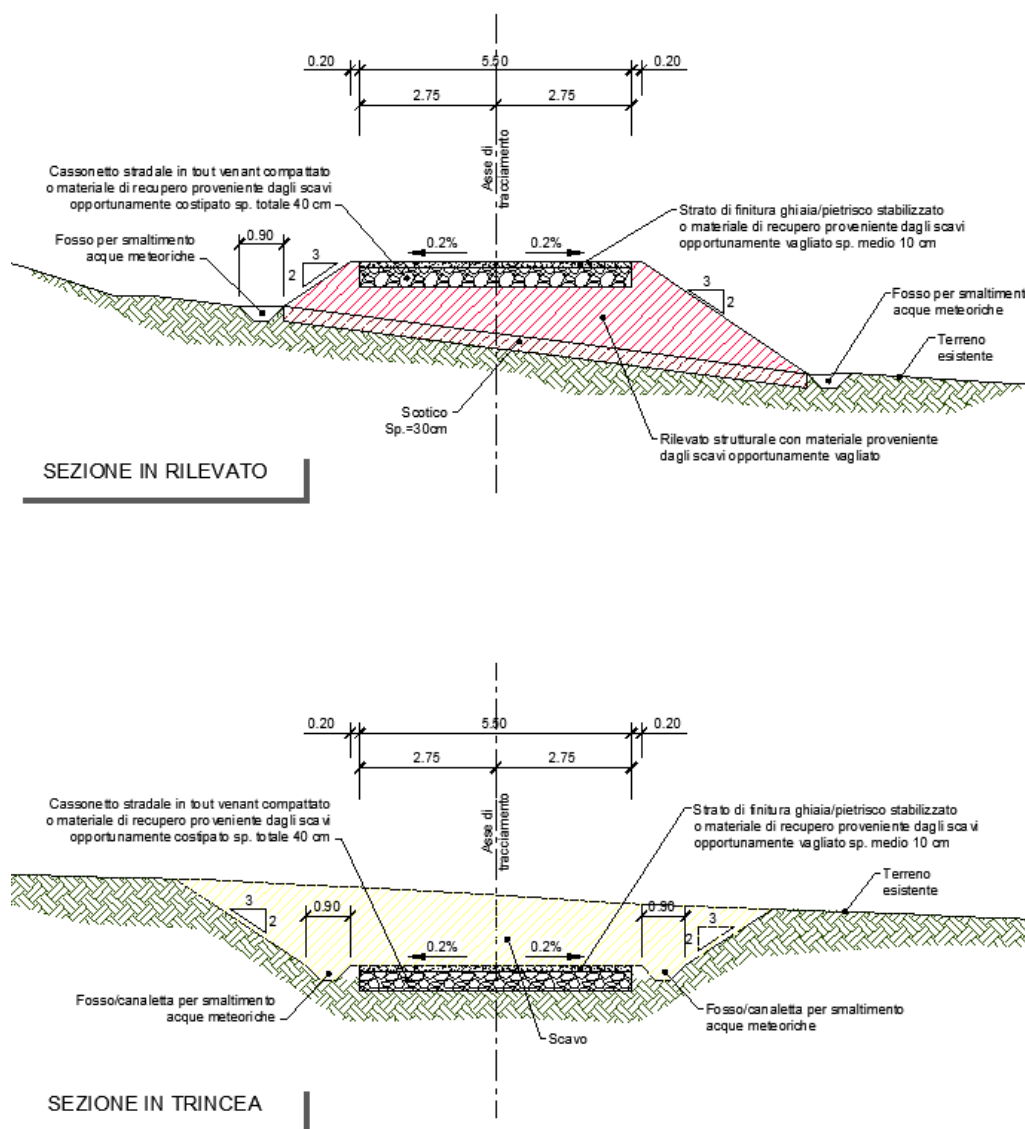


Figura 2.12 – Sezione tipo piste di accesso



2.4 OPERE DI FONDAZIONE

2.4.1 FONDAZIONI PROFONDE

In questa fase progettuale è stato previsto che le fondazioni delle torri siano costituite da plinti in c.a. (si veda paragrafo successivo) poggianti su N.12 pali di diametro pari a 1000 mm e lunghezza pari a 25 m. I pali saranno di tipo trivellato e realizzati in c.a. con classe di resistenza C25/30. In fase di progettazione esecutiva, in seguito ad una campagna geotecnica dettagliata, numero e geometria dei pali potranno subire variazioni in un'ottica di ottimizzazione del progetto.

2.4.2 PLINTI DI FONDAZIONE AEROGENERATORI

Le fondazioni delle torri saranno costituite da un plinto a base circolare del diametro di 23 m, con altezza massima di circa 3.86 m (3,50 m + 0,36 m nella parte centrale), posato ad una profondità massima di 3,37 m circa dal piano campagna finito e sporgente circa 13 cm dal piano finito. Il plinto di fondazione è composto, al netto dell'approfondimento centrale di posa dell'Anchor Cage e del magrone di fondazione, da una parte inferiore cilindrica (h = 1,80 m), una intermedia troncoconica (h = 0,80 m), ed una superiore cilindrica di altezza 1,10 m (sopralzo o colletto) che sporge dal piano campagna di circa 13 cm. Il sistema di connessione torre-fondazione è costituito da un doppio anello di tirafondi ad alta resistenza collegati inferiormente con una flangia circolare ed annegati nel calcestruzzo della fondazione e superiormente collegati a quella del primo concio della torre. Il colletto terminale alto 1,10 m permetterà oltre che di garantire la sporgenza da terra di 13 cm, anche di mantenere il grosso della fondazione interrato di 1 m sotto il piano di campagna.

Le dimensioni sopra riportate potranno subire variazioni in fase di progettazione esecutiva, fermo restando le dimensioni di massima del sistema fondazionale.

2.4.3 PLATEE DI FONDAZIONE CABINE ELETTRICHE

Le cabine elettriche potranno essere di tipo prefabbricato o gettato in opera e dovranno essere fornite di vasca di fondazione anch'essa di tipo prefabbricato in c.a.v. o gettata in opera. Le strutture dovranno essere realizzate in rispondenza alle specifiche di Costruzione dell'ente gestore della rete ed alle Norme Tecniche di Costruzione vigenti. Le vasche dovranno essere realizzate in monoblocco in modo da creare una vasca stagna sottostante tutto il locale. Appositi connettori in acciaio inox, annegati nel calcestruzzo, permettono il collegamento interno-esterno alla rete di terra. Queste vasche saranno poggiate su platee in c.a. gettate in opera dello spessore minimo di 20 cm.

2.5 CAVI E CAVIDOTTI

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà innalzata al livello di tensione 30 kV e convogliata verso le cabine di smistamento, in seguito verso la Sottostazione Utente dove subirà un primo innalzamento di tensione (MT/AT) ed in fine verso la SE Terna dove sarà immessa nella RTN.

I collegamenti tra il parco eolico e la cabina di smistamento e tra quest'ultima e la SSEU, avverranno tramite linee elettriche interrate esercite a 30 kV nel primo caso e a 132 kV nel secondo. Le linee saranno ubicate sfruttando per quanto possibile la rete stradale esistente ovvero lungo la rete viaria da adeguare/realizzare ex novo nell'ambito del presente progetto.

Entrambe le reti elettriche (30 e 132 kV) saranno realizzate con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto della stessa sull'ambiente, assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Il tracciato planimetrico della rete, lo schema unifilare dove sono evidenziate la lunghezza e la sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo e la modalità e le caratteristiche di posa interrata sono mostrate nelle tavole del progetto allegate; per le specifiche tecniche dei materiali e delle



apparecchiature elettriche si rimanda all'“allegato 1 - Fascicolo tecnico” della relazione elettrica di progetto.

Per il collegamento degli aerogeneratori si prevede la realizzazione di linee a 30 kV del tipo "entra-esce" mentre per il collegamento tra SSEU e la Stazione TERNA verrà realizzata una linea in Alta Tensione a 132 kV.

I cavi in AT verranno posati ad una profondità di circa 150 cm, con protezione meccanica supplementare in cls armato. I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza di circa 70 cm.

I cavi in MT verranno posati ad una profondità di circa 100 cm, con protezione meccanica supplementare. Le terne verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza variabile tra circa 65 e 185 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di rame della rete equipotenziale.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità precedentemente menzionate;
- posa del cavo di potenza e del dispersore di terra;
- eventuale rinterro parziale con strato di sabbia vagliata;
- posa del tubo contenente il cavo in fibre ottiche;
- posa dei tegoli protettivi;
- rinterro parziale con terreno di scavo;
- posa nastro monitore;
- rinterro complessivo con ripristino della superficie originaria;
- apposizione di paletti di segnalazione presenza cavo.

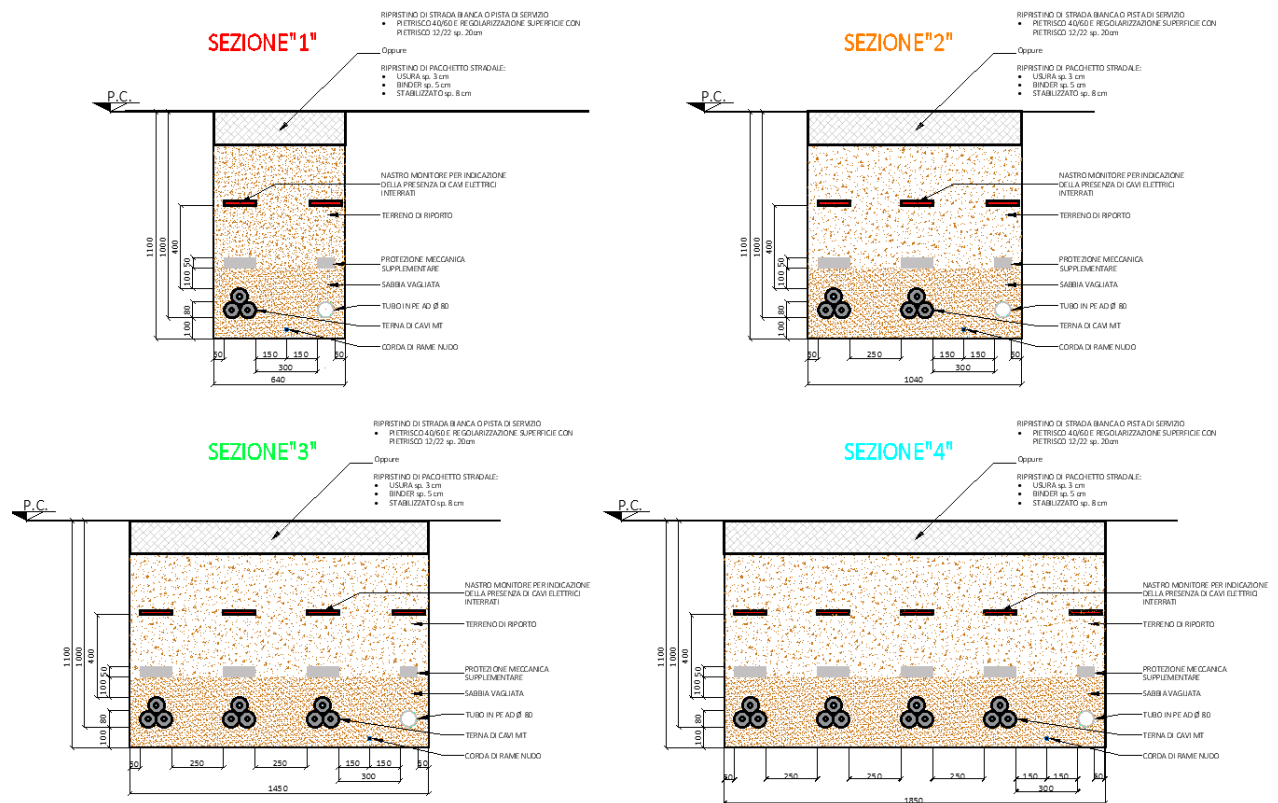


Figura 2.13 – sezioni tipo cavidotti MT

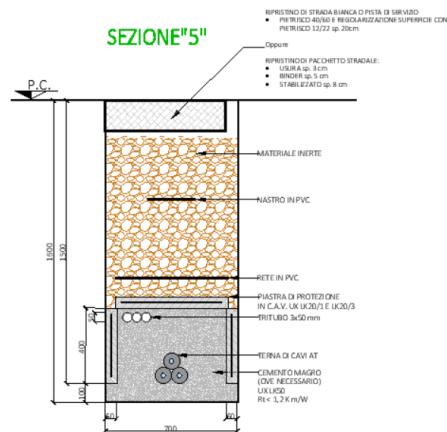


Figura 2.14 – sezioni tipo cavidotti AT

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di 2 cabine a livello di tensione 30 kV denominate cabina di SSEU e cabina di smistamento. Da queste si dirameranno un totale di n.4 rami di alimentazione verso le singole WTG collegate in configurazione entra-esce a formare 4 cluster. Si rimanda alle tavole di dettaglio per un'ulteriore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto. I cluster nel quale è elettricamente suddiviso l'intero impianto saranno connessi alle due cabine tramite linee interrate costituite da cavi in alluminio tipo ARE4H5E 18/30 kV. Le linee saranno direttamente interrate oppure posate entro cavidotto. In tali cabine avverrà il parallelo elettrico delle singole produzioni ed il successivo convogliamento verso la SE Terna.



2.6 ALTRE COMPONENTI ELETTRICHE

2.6.1 Impianto elettrico aerogeneratore

Le specifiche tecniche di cui all'ALLEGATO 1 del presente documento contengono le caratteristiche necessarie al dimensionamento dell'impianto all'interno dell'aerogeneratore comprensivo di:

- a) Dati tecnici sistema di conversione (trasformatore);
- b) Dati tecnici del quadro MT;
- c) Scomparto arrivo/partenza cavi MT di collegamento aerogeneratori;
- d) Dati tecnici del dispositivo di generatore in BT;
- e) Sistema di ventilazione.

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà trasportata alle cabine di smistamento per poi essere trasformata in sottostazione elettrica utente e infine immessa nella RTN tramite stallo in SE Terna.

Ciascun aerogeneratore sarà dotato di un generatore e relativo convertitore. Inoltre, sarà equipaggiato con un trasformatore elevatore, oltre a tutti gli organi di protezione ed interruzione atti a proteggere la macchina e la linea elettrica in partenza dalla stessa.

2.6.2 Trasformatore

All'interno del generatore eolico, la tensione BT a 0.690 kV in arrivo dalla macchina verrà elevata in MT tramite un trasformatore elevatore dedicato.

Il trasformatore utilizzato è del tipo in resina del tipo trifase. In caso di guasto del trasformatore questo può essere facilmente smontato e riparato all'interno della torre.

2.6.3 Quadro 30 kV

Per ogni aerogeneratore si prevede l'installazione di un Quadro 30 kV a bordo macchina per la connessione elettrica alla linea di raccolta interna al parco eolico, nella configurazione a singolo o doppio ingresso, secondo quanto previsto nello schema elettrico unifilare di progetto. Ogni aerogeneratore è dotato di uno o più quadri per l'arrivo/partenza di una o più linee di connessione secondo lo schema elettrico unifilare al fine di minimizzare la lunghezza della linea 30 kV e di migliorare la continuità di servizio. Il quadro 30 kV sarà dotato dei necessari scomparti arrivo/partenza cavi.

2.6.4 Dispositivo di generatore BT

Per dispositivo di generatore si intende quel dispositivo in grado di escludere ciascun gruppo di generazione ed è posto solitamente a monte del generatore asincrono. Tale dispositivo rientra tra i dispositivi riconosciuti come "metal enclosed" in accordo alle norme di riferimento dei costruttori: DIN EN 60439.

2.6.5 Sistema di ventilazione

All'interno della torre sono evidenziabili 3 piattaforme posizionate a quote diverse in funzione delle apparecchiature montate e connesse tra loro da un sistema di ventilazione forzato; sono riconoscibili:

- Piattaforma "bassa" (posizionamento trasformatore)
- Piattaforma "intermedia" (quadri media tensione)
- Piattaforma "alta" (sistema di conversione)



La parete della torre in corrispondenza della piattaforma intermedia presenta una cavità per l'areazione del sistema di ventilazione proveniente dal vano trasformatore. Quest'ultimo è dotato di 3 "fan coil" in corrispondenza delle tre colonne che vengono azionati da un sistema di controllo per la dissipazione del calore, mediante misurazione della differenza di temperatura tra la camera del trasformatore e gli avvolgimenti dotati di 3 termosonde PT100.

Per quanto riguarda il sistema di conversione, è previsto all'interno del convertitore un sistema di estrazione e ventilazione dell'aria che viene azionato in relazione allo stato di funzionamento del dispositivo.

2.6.6 Luci

La turbina è equipaggiata con luci nella torre, nella navicella, nella stanza del trasformatore ed il mozzo. C'è una luce d'emergenza in caso di mancanza di corrente elettrica.

2.6.7 Arresto d'emergenza

Sono presenti pulsanti per l'arresto d'emergenza nella navicella, nel mozzo e alla base della torre.

2.6.8 Disconnessione dell'energia

La turbina è equipaggiata con interruttori per consentire la disconnessione da tutte le fonti di energia in caso d'ispezione o manutenzione. Gli interruttori sono marcati con segnali e sono collocati nella navicella e alla base della torre.

2.7 SOLUZIONE DI CONNESSIONE PREVISTA PER L' IMPIANTO

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata da Terna (CP: 202102560), prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 132 kV sulla Stazione Elettrica (SE) a 380/132 kV della RTN denominata "Suvereto".

Per osservare quanto previsto dalle condizioni di connessione verrà realizzata una nuova Stazione Elettrica Utente in condivisione con altri utenti. La suddetta SE prevede la realizzazione di tutte le opere comuni agli utenti che realizzeranno autonomamente le rispettive opere di connessione degli impianti proprietari oltre che la realizzazione della Sottostazione Elettrica Utente del proponente per la connessione del parco Eolico.

Nello specifico, le opere elettromeccaniche che la proponente dovrà realizzare saranno lo stallo comune isolato in aria (AIS), situato nell'area comune della Sottostazione, e lo stallo utente interno alla SSEU di proprietà della società proponente.



3. SPECIFICHE TECNICHE OPERE MECCANICHE

Nella fase attuale di progettazione, si è ipotizzato l'utilizzo di turbine di tipo SG 6,6-170 sviluppate da Siemens-Gamesa.

Di seguito si riporta un estratto delle caratteristiche tecniche delle turbine utilizzate mentre in allegato si riporta il documento completo.

Scheda tecnica

Potere

Potenza nominale:	6,600.0 kW
Potenza nominale flessibile:	5,600.0 - 6,600.0 kW
Velocità di accensione:	3.0 m/s
Velocità nominale del vento:	6.6 m/s
Velocità di spegnimento:	25.0 m/s
Velocità di sopravvivenza:	59.5 m/s
Wind zone (DIBt):	-
Wind class (IEC):	S, IIB, IIIA

Cambio

Progetto:	Planetary / Helical
Livelli:	3.0
Conversione:	1:126
Produttore:	ZF Wind Power / Winergy

Generatore

Progetto:	doubly-fed induction (DFIG)
Cifra:	1
Velocità, max:	1,299.0 U/min
Tensione:	690.0 V
Collegamento alla rete elettrica:	Back to back partial load converter
Frequenza di rete:	50/60 Hz
Produttore:	Siemens Gamesa / INDAR

Rotore

Diametro:	170.0 m
Superficie del rotore:	22,697.0 m ²
N° di pale	3
Velocità, max:	10.3 U/min
Velocità di punta:	92 m/s
Designazione del tipo:	LM 83.3 / SG170
Sostanza:	Glass fibre reinforced plastics with pultruded carbon, balsa and foam
Produttore:	Siemens Gamesa / LM Wind Power
Densità di potenza 1:	290.8 W/m ²
Densità di potenza 2:	3.4 m ² /KW



Traliccio

Altezza mozzo:	90 / 100 / 102.5 / 107 / 110.5 / 115 / 122.5 / 135 / 145 / 150 / 155 / 165 m
Progetto:	steel tube / hybrid
Sagoma:	-
Protezione anticorrosione:	-
Produttore:	-

Altro

Data di costruzione:	2021
Offshore:	No
Onshore:	Si

4. SPECIFICHE TECNICHE OPERE DI MOVIMENTAZIONE TERRENI

4.1 SCAVI

Gli scavi interessanti l'opera in progetto si dividono in:

4.1.1 Scavi generici

Gli scavi generici, da eseguirsi a mano o con mezzi meccanici, dovranno corrispondere ai disegni di progetto e alle particolari prescrizioni impartite all'atto esecutivo della D.L.. Le superfici di scavo verticali, orizzontali od inclinate, dovranno essere accuratamente spianate, con intervento di mano d'opera manuale, sia per le rifiniture che per l'esecuzione delle parti di scavo ove tale intervento sia necessario. Gli scavi saranno eseguiti su terreno di qualsiasi natura e consistenza, anche bagnato o in presenza di acqua, ove occorra saranno preceduti da sgomberi superficiali, dall'abbattimento e dallo sgombero di alberi, arbusti e dalla estirpazione di radici e ceppaie, nonché dalla demolizione di residui di manufatti presenti in superficie o rinvenuti nel terreno, senza che all'Impresa competano particolari compensi oltre quelli stabiliti nei prezzi di elenco per gli scavi.

Qualora, nella esecuzione degli scavi o in attesa della esecuzione delle opere previste entro gli scavi stessi, per la natura del terreno, per il genere di lavoro e per qualsiasi altro motivo, si rendesse necessario puntellare, sbatacchiare od armare le pareti degli scavi, l'Impresa vi dovrà provvedere di propria iniziativa e a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti, per garantire l'incolumità degli addetti ai lavori e per evitare danni alle proprietà confinanti e alle persone. L'Impresa provvederà allo scopo secondo norme e necessità, impiegando i mezzi più idonei e nel modo che riterrà migliore essendo qui espressamente stabilito che l'Impresa sarà ritenuta in ogni caso unica responsabile di eventuali danni alle persone e alle cose e di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla mancanza, dalla insufficienza o dalla poca solidità delle opere provvisorie adottate, dagli attrezzi adoperati e dalla poca diligenza nel sorvegliare gli operai, nonché alla inosservanza delle disposizioni vigenti in materia sui lavori pubblici e sulla polizia stradale. L'Impresa inoltre resta obbligata a provvedere a sua cura e spese alla manutenzione degli scavi, allo sgombero dei materiali franati o comunque caduti negli stessi e al conseguente ripristino delle sezioni e ciò indipendentemente dal tempo trascorso fra l'apertura degli scavi e il loro rinterro.

Con il provvedere dei lavori l'Impresa potrà recuperare i legnami costituenti le armature; quelli, però, che a giudizio della D.L. non potranno essere tolti senza che ciò costituisca alcun titolo per la richiesta di speciali compensi. Nell'esecuzione di tutti gli scavi l'Impresa dovrà provvedere di propria iniziativa e a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate e non si riversino negli scavi e a tale scopo provvederà a togliere ogni impedimento al regolare deflusso delle acque superficiali ricorrendo anche, ove necessario, all'apertura di fossi di guardia e di canali fuggatori. Inoltre, tanto durante le operazioni di scavo, quanta durante l'esecuzione dei lavori all'interno degli scavi stessi, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad assicurare il regolare ed immediato smaltimento delle acque di infiltrazione che eventualmente scaturissero dal fondo e dalle pareti dello scavo, procedendo, ove possibile da valle verso monte, in modo da favorire lo scolo naturale, ovvero ricorrendo all'esaurimento ed agghiacciamento delle acque con i mezzi più opportuni, nel numero e delle portate sufficienti a mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo. Di ogni onere relativo e quindi del relativo compenso è stato tenuto conto nella formazione dei prezzi di elenco per gli scavi. Saranno considerati scavi subacquei, e come tali valutati e compensati secondo la relativa voce di elenco tutti gli scavi eseguiti in presenza di acqua di falda, limitatamente alla sola parte eseguita al di sotto della quota alla quale si stabilizzano le acque stesse. Le materie provenienti dagli scavi in genere, se non utilizzabili o non ritenute idonee, a giudizio insindacabile della D.L., per l'esecuzione di tombamenti, rinterri o per la formazione di rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere allontanate dal cantiere e portate a rifiuto a cura e spese dell'Impresa, alle pubbliche discariche ovvero su aree da procurarsi a cura e spese dell'Impresa.



Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per tombamenti, rinterri o per la formazione di rilevati, esse saranno eventualmente depositate in prossimità degli scavi o all'interno del cantiere, in luogo adatto, accettato dalla D.L. ed in modo tale da non ostacolare lo svolgimento dei lavori, anche di altre Imprese, per poi essere riprese a tempo opportuno. In nessun caso le materie depositate dovranno riuscire di danno alle proprietà pubbliche o private confinanti, provocare frane, ostacolare il libero deflusso delle acque superficiali od intralciare il traffico delle strade pubbliche o private. La D.L. si riserva di fare allontanare immediatamente a spese dell'Impresa le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni. Qualora l'Impresa, per proprio esclusivo comodo od interesse, ivi compresa la necessità di disporre di spazio libero all'interno del cantiere, decida di portate a rifiuto materie che potrebbero essere riutilizzate, dovrà successivamente provvedere a rifornirsi di materie altrettanto idonee, senza che ciò costituisca alcun titolo per la richiesta di speciali compensi oltre al pagamento degli scavi con i relativi prezzi di elenco. Durante l'esecuzione degli scavi che interferiscono con canalizzazioni esistenti, l'Impresa, senza diritto a particolari compensi, dovrà adottare tutte le precauzioni e le disposizioni necessarie a garantire la perfetta funzionalità ed efficienza delle canalizzazioni, secondo le richieste delle Amministrazioni interessate. Analogamente, durante l'esecuzione degli scavi lungo le strade di ogni genere e categoria e per tutto il tempo in cui questi restano aperti, l'Impresa dovrà provvedere, di propria iniziativa e a sue spese, ad adottare ogni disposizione e precauzione necessaria per garantire la libertà e la sicurezza dei transito dei pedoni, degli animali e dei veicoli, restando in ogni caso unica responsabile di eventuali danni alle persone e alle case e di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla mancanza o dalla insufficienza delle precauzioni adottate.

4.1.2 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intenderanno gli scavi per il livellamento o la sistemazione del terreno, per tagli di terrapieni, per la formazione di piani di appoggio di platee di fondazione, vespai e rampe incassate, per l'apertura della sede stradale, compresi cassonetto e banchine laterali, per la formazione di vasche, per l'impianto di opere d'arte, se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti da almeno un lato e per l'apertura o l'approfondimento di canali e fossi di sezione non inferiore a due metri quadrati. In generale saranno comunque considerati scavi di sbancamento tutti i tagli a larga sezione che, pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, siano sufficientemente ampi da consentire l'accesso con rampa ai mezzi meccanici di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto di materie. La profondità e la configurazione degli scavi dovranno corrispondere esattamente ai disegni di progetto e alle particolari prescrizioni impartite all'atto esecutivo dalla D.L.

Sia in fase di esecuzione che a lavori ultimati e fino a collaudo l'Impresa dovrà curare la perfetta sagomatura e spianatura del fondo e dalle scarpate e la perfetta profilatura dei cigli, provvedendo a proprie spese ai tagli, alle riprese e alle sistemazioni delle scarpate e delle banchine ed agli espurghi che si rendessero necessari. Per far luogo all'eventuale rivestimento dei fossi e dei canali, l'Impresa dovrà curare a proprie spese che, sia durante le operazioni di scavo che durante il getto dei rivestimenti, gli scavi siano mantenuti all'asciutto e liberi da vegetazione di qualsiasi natura e dimensione l'uso di eventuali idonei diserbanti chimici dovrà essere autorizzato dalla D.L. ed in quanta effettuato per comodità dell'Impresa sarà a suo totale carico.

4.1.3 Scavi di fondazione o sezione obbligata

Per scavi di fondazione si intenderanno gli scavi incassati e a sezione obbligata necessari per far luogo a fondazioni, fognature, canalizzazioni, ecc., per l'apertura o l'approfondimento di fossi, canali, cunette di sezione inferiore a due metri quadrati, ed in generate tutti gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali, effettuati al di sotto del piano di sbancamento o, in mancanza, al di sotto del piano orizzontale



convenzionale corrispondente alla quota più depressa del terreno naturale entro il perimetro dello scavo. Tale piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area dello scavo, o per parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia delle accidentalità del terreno sia delle quote dei piani finiti di fondazione. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi verranno spinti alla profondità ritenuta necessaria ed ordinata dalla D.L. all'atto della loro esecuzione. I piani di fondazione dovranno essere accuratamente spianati, generalmente orizzontati o disposti a gradoni o con leggera contro pendenza, secondo le disposizioni della D.L. È vietato all'Impresa, pena la demolizione, di proseguire coi getti dei vari manufatti di fondazione senza l'esplicita accettazione previa verifica da parte della D.L. dei piani delle fondazioni. Nel caso l'Impresa lo ritenesse di sua convenienza, gli scavi potranno essere eseguiti anche con pareti a scarpa, o a sezione più larga, ma in tale caso non sarà pagato il maggiore scavo eseguito di conseguenza. L'Impresa, anzi, dovrà successivamente provvedere, a sua cura e spese, al riempimento e al costipamento, con le stesse materie scavate, dei vani rimasti intorno e sopra alle opere murarie, sino al piano del terreno naturale primitivo ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate. Nel caso che, a giudizio della D.L., le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e di fondazione, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

4.1.4 Scavi per la messa a dimora di cavidotti elettrici

L'esecuzione degli scavi per la posa dei cavi elettrici dovrà rispettare l'andamento piano-altimetrico riportato sugli elaborati di progetto o quello eventualmente modificato in fase esecutiva dalla D.L. Le quote di fondo scavo dovranno corrispondere a quelle prescritte: esse dovranno comunque consentire un'altezza di ricoprimento sulla generatrice superiore dei cavi non inferiore a 85 cm per cavi MT e 135 cm per cavi AT; alla D.L. è riservata peraltro la facoltà insindacabile di disporre - all'atto esecutivo - qualsiasi variante, con aumento o diminuzione delle profondità predette senza che l'Impresa possa trarne motivo per avanzare richiesta di compensi speciali o di prezzi diversi da quelli riportati in elenco. Il fondo degli scavi aperti per la posa in opera dei cavi dovrà essere livellato e non saranno ammesse rugosità superiori ai 3 cm dal piano delle livellette indicate nel profilo longitudinale. Le pareti degli scavi non dovranno presentare blocchi sporgenti o massi pericolanti. Per tutto il tempo in cui le sezioni dovranno rimanere aperte, saranno ad esclusivo carico dell'Impresa tutti gli oneri per eventuali armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale e la perfetta manutenzione dello scavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatesi, ancorché eccezionali. L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della posa in opera dei cavi. Le eventuali discontinuità nel ritmo della posa in opera non potranno in alcun caso dare titolo all'Impresa per richiedere compensi di sorta oltre quelli previsti nel presente Disciplinare o per variare l'avanzamento del proprio lavoro in maniera non adeguata a quella della fornitura dei cavi.

La chiusura degli scavi verrà effettuata con il materiale provenienti dagli scavi, se ritenuto idoneo dalla D.L. Il rinterro dovrà essere iniziato adoperando per il primo strato, fino ad un'altezza di ricoprimento di circa 10 cm sulla generatrice superiore dei cavi, con sabbia vagliata e priva di impurità. Il rinterro sarà effettuato in strati con l'onere dell'adeguata posa dei cavi. Il riempimento successivo sarà eseguito fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che potranno aversi successivamente. L'Impresa resta sempre unica responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti ai cavi in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro. Nel caso che i materiali provenienti dagli scavi non fossero approvati dalla D.L. per il rinterro, l'Impresa dovrà sostituirli, in tutto o in parte con materiale approvato dalla D.L. e provenienti da cave di prestito a qualsiasi distanza. Qualora per tutta la durata dei lavori di posa cavi non fosse possibile stoccare il materiale scavato a bordo trincea, questo dovrà essere momentaneamente allontanato e stoccato in apposite aree individuate senza che perciò possa competere all'Impresa altro compenso all'infuori dei prezzi stabiliti in elenco.

4.2 RILEVATI

4.2.1 Piano di posa

Il piano di posa dei rilevati dovrà essere adeguatamente preparato, previo abbattimento di alberi, taglio siepi e cespugli, estirpazione di radici e infine scotico del terreno vegetale per tutta la superficie e per le dimensioni di progetto o modificate dalla D.L.. In presenza di terreni torbosi si dovrà provvedere alla sostituzione del terreno in sito con altro di tipo granulare, per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico, secondo le disposizioni della D.L. L'Impresa dovrà garantire il corretto smaltimento delle acque dagli scavi.

Il terreno vegetale dovrà essere stoccato in aree idonee per poi essere riutilizzato per gli strati di finitura dei rilevati.

Il terreno proveniente dagli scavi, se di natura non idonea al riutilizzo (si veda punti successivi) dovrà essere smaltito e trasportato a discarica a spese dell'Impresa.

Lo strato finale di posa del rilevato (sottofondo) dovrà avere un modulo di deformazione "Md" ≥ 15 MPa nell'intervallo di carico compreso tra 50 e 150 kPa. Nel caso questa condizione non fosse raggiungibile si dovrà procedere alla sostituzione di circa 30 cm di terreno naturale con altro appartenente ai gruppi A1 e A3 (CNR UNI 10006), costipato fino a raggiungere il 90% della densità massima relativa alla prova AASHTO Modificata.

Nel caso i rilevati risultino su pendii con pendenza trasversale superiore al 15% la costruzione del rilevato dovrà essere preceduta, oltre che dalle operazioni di cui sopra, anche da una gradonatura del pendio, da eseguirsi in contro pendenza e secondo le disposizioni impartite dalla D.L.

Infine, sul terreno naturale costituente il piano di posa, dovrà essere posto in opera un telo di geotessile (tessuto non tessuto) sovrapposto ai bordi per circa cm 50. Il tessuto non tessuto dovrà essere di poliestere a filo continuo secondo le caratteristiche di cui all'articolo apposito del presente Disciplinare con grammatura compresa tra 300 e 400 g/mq e con resistenza a punzonatura ≥ 3 kN, resistenza a trazione 21 kN in senso longitudinale con allungamento tra il 30 ed il 70%.

4.2.2 Corpo del rilevato e cassonetto stradale

I rilevati dovranno essere costituiti da terre idonee, accuratamente scelte, escludendo terre contenenti radici, erbe e materie organiche. Le terre dovranno essere caratterizzate secondo le norme CNR - UNI 10006 - 63 art. 7. "Costruzione dei rilevati" Di norma per la costruzione dei rilevati dovranno essere impiegate terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4 e A2-5 e A3. Ad esclusivo giudizio della D.L., potrà essere ammesso anche l'impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, A4, A5, A6, purché l'Impresa, a sua cura e spesa, provveda alle necessarie manipolazioni ed integrazioni per ottenere, secondo le disposizioni della D.L. medesima, le caratteristiche geomeccaniche minime richieste. In ogni caso sono assolutamente da escludere le terre appartenenti al gruppo A7. Agli ultimi due strati dei rilevati, adiacenti allo strato di finitura (cassonetto stradale sp. 20+20 cm) dovranno essere riservate le terre migliori disponibili. In ogni caso dovranno essere costituiti da terre a granulometria continua, non soggette a ritiro, preferibilmente appartenenti ai gruppi A1 e A3.

La stesa del materiale per la formazione del rilevato dovrà essere eseguita in strati regolari di spessore proporzionale alla natura del materiale stesso e allo spessore, tipo e peso dei mezzi costipanti utilizzati, secondo le disposizioni impartite dalla D.L., ma in ogni caso non superiore a cm 50 e con pendenza trasversale non inferiore al 2% e non superiore al 4%, onde permettere un rapido smaltimento delle acque piovane. Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera per strati non eccedenti i 30 cm e costipato con mezzi meccanici riconosciuti idonei dalla D.L. fino a raggiungere una densità secca max. AASHO mod. non inferiore a 90% negli strati inferiori ed al 95% negli ultimi due strati superiori adiacenti allo strato di finitura (cassonetto stradale sp. 20+20 cm). Per tali ultimi strati si dovrà



raggiungere un modulo di deformazione "Md" ≥ 500 kg/cm² nell'intervallo di carico compreso tra 1.5 e 2.5 kg/cm².

La D.L. provvederà al controllo dell'esecuzione dei rilevati almeno ogni 200 mc di materiale posto in opera, sia determinando il grado di compattazione e di umidità durante l'esecuzione, sia effettuando prelievi in sito ed analisi di laboratorio allo scopo di comprovare le caratteristiche dei materiali effettivamente impiegati. Per tali prove e controlli la D.L. si avvarrà di laboratori autorizzati.

Per una maggiore protezione del rilevato dall'azione diretta degli agenti atmosferici, dovrà essere rivestita la superficie esterna dei terrapieni con uno strato di terra vegetale, dello spessore indicato nei disegni costruttivi o stabilito dalla D.L. in corso d'opera, onde favorire l'attecchimento e lo sviluppo di vegetazione spontanea o seminata.

La terra potrà provenire dai depositi di terreno vegetale asportato nella preparazione del piano di posa del rilevato stesso o da altre zone, purché possieda le caratteristiche necessarie. Il rivestimento seguirà la costruzione del rilevato e dovrà essere eseguito con cura scrupolosa procedendo a cordoli orizzontali da costiparsi con mezzi meccanici idonei, previa gradonatura di ancoraggio, onde evitare possibili superfici di scorrimento ed in modo da assicurare una superficie regolare.

4.2.3 Strato di finitura

Per la costruzione dello strato di finitura si dovranno impiegare miscele stabilizzate granulometricamente di ghiaia e sabbia mista di fiume o di cava, naturali od opportunamente vagliate, o detriti di cava provenienti dalla frantumazione di rocce idonee, di spessore proporzionato alle previsioni di progetto o alle particolari disposizioni impartite dalla D.L. in corso d'opera in relazione alla natura e alla portanza del sottofondo e alle caratteristiche del traffico.

La composizione granulometrica della miscela dovrà essere mantenuta costantemente nei limiti indicati nel prospetto seguente, salvo eventuali correzioni o più precise limitazioni prescritte all'atto esecutivo dalla D.L., specialmente per quanto riguarda il contenuto dell'aggregato fine limoso-argilloso e la massima dimensione dell'aggregato grosso, in relazione a particolari usi o a particolari esigenze di protezione dalla azione dell'acqua e del gelo:

- passante al crivello 75 UNI 2334 100%
- passante al crivello 40 UNI 2334 da 75 a 100%
- passante al crivello 25 UNI 2334 da 60 a 87%
- passante al crivello 10 UNI 2334 da 35 a 67%
- passante al crivello 5 UNI 2334 da 25 a 55%
- passante al crivello 2 UNI 2332/1 da 15 a 40%
- passante al crivello 0,4 UNI 2332/1 da 7 a 22%
- passante al crivello 0.075 UNI 2332/1 da 2 a 10%

Il rapporto tra il passante al setaccio 0,075 UNI 2332/1 ed il passante al setaccio 0.4 UNI 2332/1 dovrà risultare inferiore a 213.

Per la messa in opera il materiale, depositato in cordoni lungo la superficie stradale dovrà essere convenientemente ed uniformemente umidificato (o aerato, nel caso fosse troppo umido) fino al raggiungimento della umidità ottima di costipamento. Successivamente, mediante grader, si provvederà ad omogeneizzare il materiale e a stenderlo sulla intera superficie in strati di spessore proporzionato al tipo e al rendimento dei mezzi di costipamento, in ogni caso per raggiungere lo spessore finito di 10 cm.

A stesa avvenuta il materiale dovrà presentarsi completamente omogeneo, con assenza assoluta di zone ghiaiose, sabbiose o limose o di toppe di argilla.



Qualsiasi area che risulti danneggiata per effetto di lavori eseguiti in contravvenzione alle disposizioni precedenti, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità alle prescrizioni della D.L. In corso d'opera dovrà essere verificata la corrispondenza dei requisiti geotecnici richiesti per i materiali impiegati. Lo strato, quindi, dovrà essere adeguatamente costipato sino al raggiungimento del 97% della densità massima fornita dalla prova AASHD mod. con i mezzi riconosciuti idonei ed approvati dalla D.L., procedendo dai lati verso il centro della carreggiata e proseguendo le operazioni fino a che la capacità portante dello strato finale, determinata alla prova di carico con piastra di cm. 30 di diametro non abbia raggiunto il valore di 800 Kg. /cmq nell'intervallo di carico compreso tra 1.5 e 2.5 kg/cmq.

5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO

I conglomerati cementizi, gli acciai, le parti in metallo dovranno essere conformi alla normativa vigente in materia e alle prescrizioni richiamate dal presente capitolato per tutte le opere in cemento armato, cemento armato precompresso e strutture metalliche.

Le prescrizioni di cui sopra verranno quindi applicate a tutte le opere e a complessi di opere, omogenee o miste, che assolvono una funzione statica con l'impiego di qualunque tipo di materiale.

Tutte le fasi di lavoro sui conglomerati e strutture in genere saranno oggetto di particolare cura da parte dell'Appaltatore nell'assoluto rispetto delle qualità e quantità previste.

In funzione dell'opera in c.a. da eseguire è previsto l'uso dei seguenti calcestruzzi con le relative caratteristiche:

Tabella 5.1: tipologia cls

CLASSE DI RESISTENZA		C12/15	C25/30	C28/35	C35/45	C45/55
Resistenza cubica caratteristica (N/mm ²)	Rck	15	30	35	45	55
Resistenza cilindrica media (N/mm ²)	fcm	20,45	32,9	37,05	45,35	53,65
Resistenza cilindrica caratteristica (N/mm ²)	fck	12,45	24,9	29,05	37,35	45,65
Resistenza cilindrica di calcolo (N/mm ²)	fcd	8,3	16,6	19,37	24,9	30,43
Resistenza a trazione caratteristica (N/mm ²)	fctm	1,61	2,56	2,83	3,35	3,83
Resistenza a trazione media (N/mm ²)	fctk	1,13	1,79	1,98	2,35	2,68
Resistenza a trazione di calcolo (N/mm ²)	fctd	0,75	1,19	1,32	1,56	1,79
Resistenza tangenziale di calcolo (N/mm ²)	fbd	1,69	2,69	2,98	3,52	4,02
Modulo di Young (N/mm ²)	Ec	27267	31447	32588	34625	36416

5.1 LEGANTI

Nelle opere in oggetto dovranno essere impiegati esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia.

Tutte le forniture di cemento dovranno avere adeguate certificazioni attestanti qualità, provenienza e dovranno essere in perfetto stato di conservazione; si dovranno eseguire prove e controlli periodici ed i materiali andranno stoccati in luoghi idonei.

Tutte le caratteristiche dei materiali dovranno essere conformi alla normativa vigente ed alle eventuali prescrizioni aggiuntive fornite dal progetto o dalla direzione lavori.

I cementi saranno del tipo:

- cementi normali e ad alta resistenza;
- cementi alluminosi;
- cementi per sbarramenti di ritenuta.

I cementi normali e ad alta resistenza avranno un inizio della presa dopo 45' dall'impasto, termine presa dopo 12 ore e resistenza a compressione e flessione variabili a seconda del tipo di cemento usato e delle quantità e rapporti di impasto.



I cementi alluminosi avranno un inizio presa dopo 30' dall'impasto, termine presa dopo 10 ore e resistenze analoghe ai cementi normali.

I cementi per sbarramenti di ritenuta avranno un inizio presa dopo 45' dall'impasto, termine presa dopo 12 ore e resistenze massime (dopo 90 giorni) di 34 N/mm² (350 Kg/cm²).

5.2 GHIAIE E PIETRISCHI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI

Le ghiaie e i pietrischi (inerti) potranno essere naturali o di frantumazione e saranno costituiti da elementi non friabili, non gelivi e privi di sostanze organiche, argillose o di gesso; saranno classificati in base alle dimensioni massime dell'elemento più grosso. Tutte le caratteristiche, la provenienza e la granulometria saranno soggette alla preventiva approvazione della direzione lavori.

La curva granulometrica dovrà essere studiata in modo tale da ottenere la lavorabilità richiesta alle miscele, in relazione al tipo di impiego e la massima compattezza necessaria all'ottenimento delle resistenze indicate.

5.3 ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche, priva di sali (in particolare cloruri e solfati) e non aggressiva con un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidezza non superiore al 2%, quella usata negli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose, in particolare solfati e cloruri in concentrazioni superiori allo 0,5%. È tassativamente vietato l'impiego di acqua di mare per calcestruzzi armati e per le strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

5.4 SABBIA

La sabbia da usare nelle malte e nei calcestruzzi non dovrà contenere sostanze organiche, dovrà essere di qualità silicea, quarzosa, granitica o calcarea, avere granulometria omogenea e proveniente da frantumazione di rocce con alta resistenza a compressione; la perdita di peso, alla prova di decantazione, non dovrà essere superiore al 2%.

5.5 ACCIAIO PER ARMATURE

Tutti i materiali in acciaio usati per la realizzazione di opere in cemento armato dovranno avere caratteristiche conformi alle prescrizioni della normativa vigente, certificate da idonei documenti di accompagnamento, confermate dalle prove fatte eventualmente eseguire dalla direzione lavori presso laboratori riconosciuti.

Le stesse prescrizioni si applicano anche agli acciai in fili lisci o nervati, alle reti elettrosaldate ed ai trefoli per cemento armato precompresso.

In generale, le armature non dovranno essere ossidate o soggette a difetti e fenomeni di deterioramento di qualsiasi natura che possano pregiudicare l'aderenza con il conglomerato.

Tutte le armature metalliche dovranno essere tagliate a misura, sagomate e poste in opera comprese le legature di filo di ferro, i distanziatori, eventuali sfidi, sovrapposizioni anche se non chiaramente espresse negli elaborati esecutivi ma richieste dalla normativa vigente.

- Si prevede l'utilizzo di barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)
- Tipo di acciaio B450C
- Peso specifico $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
- Modulo di elasticità: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di snervamento di progetto ($\gamma_s = 1,15$): $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$

- Massima tensione di esercizio: $\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

5.6 CASSERI

I casseri, di qualsiasi tipo, non dovranno presentare deformazioni se non limitate e coerenti con le tolleranze richieste per i vari manufatti. Dovranno avere rigidità tale da evitare forti ampiezze di vibrazione durante il costipamento evitando variazioni dimensionali delle superfici dei singoli casseri che dovranno, inoltre, essere accuratamente pulite dalla polvere o qualsiasi altro materiale estraneo, sia direttamente che mediante getti d'aria, acqua o vapore.

Per getti su superfici con inclinazione sull'orizzontale maggiore di 30° deve essere previsto il controcassero (oppure una rete sufficiente a tenere in forma il calcestruzzo).

Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita.

Prima del getto verranno eseguiti, sui casseri predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.

I casseri potranno essere in legno, plastica, calcestruzzo e metallo.

5.7 DISARMANTI

Le superfici dei casseri andranno sempre preventivamente trattate mediante applicazione di disarmanti che dovranno essere applicabili con climi caldi o freddi, non dovranno macchiare il calcestruzzo o attaccare il cemento, eviteranno la formazione di bolle d'aria, non pregiudichino successivi trattamenti delle superfici; potranno essere in emulsioni, olii minerali, miscele e cere.

Le modalità di applicazione di questi prodotti dovranno essere conformi alle indicazioni delle case produttrici od alle specifiche prescrizioni fissate; in ogni caso l'applicazione verrà effettuata prima della posa delle armature, in strati sottili ed in modo uniforme. Si dovrà evitare accuratamente l'applicazione di disarmante alle armature.

5.8 ADDITIVI

Tutti gli additivi da usare per calcestruzzi e malte (aeranti, acceleranti, fluidificanti, etc.) dovranno essere conformi alla normativa specifica ed alle prescrizioni eventualmente fissate.

Dovranno, inoltre, essere impiegati nelle quantità (inferiori al 2% del peso del legante), secondo le indicazioni delle case produttrici; potranno essere eseguite delle prove preliminari per la verifica dei vari tipi di materiali e delle relative caratteristiche.

5.9 IMPASTI

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto dovranno essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

L'impiego di additivi dovrà essere effettuato sulla base di controlli sulla loro qualità, aggressività ed effettiva rispondenza ai requisiti richiesti.

Il quantitativo dovrà essere il minimo necessario, in relazione al corretto rapporto acqua-cemento e considerando anche le quantità d'acqua presenti negli inerti; la miscela ottenuta dovrà quindi rispondere alla necessaria lavorabilità ed alle caratteristiche di resistenza finali previste dalle prescrizioni.



L'impasto verrà effettuato con impianti di betonaggio idonei e tali da garantire l'effettivo controllo sul dosaggio dei vari materiali; l'impianto dovrà, inoltre, essere sottoposto a periodici controlli degli strumenti di misura che potranno anche essere verificati, su richiesta della direzione lavori, dai relativi uffici abilitati.

5.10 FASI DI GETTO

Prima delle operazioni di scarico delle betoniere dovranno essere effettuati controlli sulle condizioni effettive di lavorabilità che dovranno essere conformi alle prescrizioni previste per i vari tipi di getto. Durante lo scarico dovranno essere adottati accorgimenti per evitare fenomeni di segregazione negli impasti. Il getto verrà eseguito riducendo il più possibile l'altezza di caduta del conglomerato ed evitando ogni impatto contro le pareti delle casseforme od altri ostacoli; si dovrà, quindi, procedere gettando, in modo uniforme, per strati orizzontali non superiori a 40 cm. vibrando, contemporaneamente al procedere del getto, le parti già eseguite. Per i getti dei pali di fondazione è fatto d'obbligo l'utilizzo di tubi getto mentre è vietato l'utilizzo di pompe. Il getto dovrà essere effettuato con temperature di impasto comprese tra i 5 ed i 30°C e con tutti gli accorgimenti richiesti dalla D.L. in funzione delle condizioni climatiche.

5.11 RIPRESE DI GETTO

Il getto andrà eseguito in modo uniforme e continuo; nel caso di interruzione e successiva ripresa, questa non potrà avvenire dopo un tempo superiore (in funzione della temperatura esterna) alle 2 ore a 35°C oppure alle 6 ore a 5°C. Qualora i tempi di ripresa superassero tali limiti si dovranno trattare le zone di ripresa con particolari materiali "adesivi" quali resine viniliche, polisolfuri con relativi "primer". L'Impresa è obbligata ad impiegare materiali di prima qualità e a tal fine si impegna a sottoporre al giudizio della D.L. tre campioni di materiale di ogni tipo, forniti da Case di primaria importanza e corredati da documentazione di prove di laboratorio e di pratiche applicazioni. La D.L. si riserva di far eseguire a spese dell'Impresa tutte le necessarie ulteriori prove di qualifica e di controllo. Una volta che la D.L. si riserva di far eseguire a spese dell'Impresa tutte le necessarie ulteriori prove di qualifica e di controllo. Una volta che la D.L. abbia effettuato la propria insindacabile scelta, l'Impresa è obbligata all'impiego, nei modi prescritti, dei materiali stessi, della cui rispondenza ai fini specifici, anche nel tempo, resta pienamente e totalmente responsabile.

5.12 CAMPIONI E PROVE DI ROTTURA

Durante tutta la fase dei getti in calcestruzzo, normale o armato, previsti per l'opera, la direzione lavori farà prelevare, nel luogo di esecuzione, campioni provenienti dagli impasti usati nelle quantità e con le modalità previste dalla normativa vigente, disponendo le relative procedure per l'effettuazione delle prove da eseguire ed il laboratorio ufficiale a cui affidare tale incarico.

5.13 MATURAZIONE DEL CLS

La normale maturazione a temperatura ambiente sarà effettuata nel rispetto delle ordinarie precauzioni e delle eventuali prescrizioni aggiuntive fornite dalla D.L.

5.14 DISARMO E SCASSERATURA

Per i tempi e le modalità di disarmo si dovranno osservare tutte le prescrizioni previste dalla normativa vigente e le eventuali specifiche fornite dalla D.L.; in ogni caso il disarmo dovrà avvenire per gradi evitando di introdurre, nel calcestruzzo, azioni dinamiche e verrà eseguito dopo che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore richiesto.



6. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità queste verranno rifinite con smerigliatrice.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere le sollecitazioni, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dalla Direzione Lavori. Tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità.

Le bullonature che verranno eseguite, dopo un'accurata pulizia, saranno effettuate con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso. Per essi, le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica.

Le chiodature saranno realizzate, laddove occorrenti, con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Dovranno essere, inoltre, effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno, infine, applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'Appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Tutte le strutture in acciaio o parti dovranno essere realizzate in conformità alle già citate leggi e normative vigenti per tali opere.

Le caratteristiche dei materiali in acciaio e ferrosi in genere, sono fissate dalle specifiche riportate di seguito.

FERRO-ACCIAIO

I materiali ferrosi da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature e qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, profilatura e simili.

Le caratteristiche degli acciai per barre lisce e ad aderenza migliorata, per reti elettrosaldate, fili, trecce, trefoli, strutture metalliche, lamiere e tubazioni dovranno essere in accordo con la normativa vigente.



ACCIAI

Saranno definiti acciai i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio; le classi e le caratteristiche relative saranno stabilite dalle norme già citate alle quali si rimanda per le specifiche riguardanti le qualità dei vari tipi e le modalità delle prove da eseguire.

ACCIAIO INOSSIDABILE

Dovrà presentare un contenuto di cromo superiore al 12% ed elevata resistenza all'ossidazione ed alla corrosione; dovrà essere conforme alle norme citate.

ALLUMINIO E LEGHE

Tutti i prodotti in alluminio saranno conformi alla normativa indicata.

profilati e trafilati saranno forniti, salvo diversa prescrizione, in alluminio primario, dovranno avere sezione costante, superfici regolari ed essere esenti da imperfezioni.

Le lamiere non dovranno presentare tracce di riparazioni o sdoppiature.

Per l'alluminio anodizzato, ogni strato di ossido anodico verrà indicato come: ottico, brillante, satinato, vetroso, etc. oltre ad un numero per lo spessore e l'indicazione del colore.

7. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

Eurocodici

- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.
- UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.
- UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.
- UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.

Altri documenti

Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:

- CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;
- CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.

In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

- Leggi e regolamenti Italiani;
- Leggi e regolamenti comunitari (EU);
- Documento in oggetto;
- Specifiche di società (ove applicabili);
- Normative internazionali.

Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2018 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”;
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione).

Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

- D. Lgs 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i..
- (Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).



- CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici)
- CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)
- CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici)
- CEI 82-25
- CEI 0-16
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori

Sicurezza elettrica

- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed M delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola
- produzione distribuita.
- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

Quadri elettrici

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata



- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante
- CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori
- CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

Cavi, cavidotti e accessori

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici
- CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi
- Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche
- CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
- Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori



- CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
- Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- Conversione della Potenza
- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
- CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali
- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4:
- Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

Scariche atmosferiche e sovratensioni

- CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Dispositivi di Potenza

- CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua
- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua
- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici

Compatibilità elettromagnetica

- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione



- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni
- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione
- CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e <= 75 A per fase.
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

Energia solare

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

Sistemi di misura dell'energia elettrica

- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)



- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparatı per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparatı per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilit  - Temperatura ed umidit  elevate



ALLEGATO 1

General Description EnVentus



ALLEGATO 2

Performance Specification V172-7.2 MW