MARCOPOLO
ENVIRONMENTAL GROUP

Energy(R)Evolution

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA

Parco Eolico Rialto 2

Commessa: EE040

Borgo S. Dalmazzo, 06/12/2011

MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A
Legale Rappresentante
Dott.ssa Isabella Pedroni

Il Progettista
Ing. Davide Aprile

MARCOPOLO ENVIRONMENTAL GROUP
Via XI Settembre, 37 – 12011 Borgo S. Dalmazzo (CN) - ITALIA
Tel +39 0171 262348 Fax +39 0171 262341
info@marcopolo-e.com www.marcopolo-e.com

Indice

1 PREMESSA 4
1.1 L'energia eolica 4
1.2 Motivazioni dell'opera in progetto 5
1.3 Funzionamento di un parco eolico 7
1.4 Benefici 8
2 OGGETTO DELLO STUDIO 9
2.1 Generalità sul sito 9
2.2 Aspetti orografici e geomorfologici 10
2.3 Accessibilità 10
2.4 Vincoli e/o disposizioni legislative 14
2.5 L'impianto eolico 15
2.6 Opere civili 18
2.6.1 Fondazione aerogeneratore 18
2.6.2 Cabine elettriche BT/MT 20
2.6.3 Allacciamento alla rete elettrica nazionale 20
2.6.4 Viabilità 21
2.6.5 Cavo di potenza e di segnalazione 23
2.6.6 Piazzole aerogeneratori 24
2.7 Progetto elettrico parco eolico 26
2.7.1 Descrizione generale 26
2.7.2 Scelte progettuali 26
2.8 Progetto elettrico impianto di connessione 27
2.9 Dimensioni 28
2.9.1 Superfici 28
2.10 Opere di scavo 29
2.11 Opere di regimazione delle acque e di ingegneria ambientale 30
2.12 Produzione e resa energetica 30
2.13 Manutenzione 31
2.14 Cessazione dell'attività 32
3 GENERALITÀ E DATI TECNICI DEGLI AEROGENERATORI 33
3.1 Aerogeneratore 33
3.2 Rotore 34
3.3 Generatore 34
3.4 Unità di immissione in rete 35
3.5 Sistema di sicurezza 35
3.6 Sistema frenante 36
3.7 Impianto di terra 36
3.8 Sistema parafulmine 37
3.9 Sistema dei sensori 37
3.10 Controllo del funzionamento 37
3.11 Yaw Control 38
3.12 Sistema di controllo 39
3.12.1 Intervento dei sensori di sicurezza 39

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

3.12.2 Avvio dell'impianto....39
3.12.3 Funzionamento normale....39
3.12.4 Funzionamento con carico parziale....40
3.12.5 Funzionamento a folle....40
3.12.6 Arresto automatico....40
3.12.7 Arresto manuale....40
3.12.8 Mancanza di vento....41
3.12.9 Tempesta....41
3.13 Torre....42
3.14 Montaggio della torre e dell'aerogeneratore....43
3.14.1 Montaggio della gru telescopica....44
3.14.2 Vie di accesso....44
4 FASE DI CANTIERE....49
4.1 Programmazione Lavori....49
4.2 Dimensioni e caratteristiche delle aree di cantiere....52
4.3 Attività di costruzione e loro fasi....53
4.4 Volumi di scavo....55
4.4.1 Movimenti terra in fase di cantiere....55
4.4.2 Movimenti terra in fase di ripristino....56
4.5 Mezzi utilizzati per le lavorazioni....57
4.5.1 Macchine per movimenti terra....57
4.5.2 Mezzi per il trasporto dei materiali in cantiere e fuori dal cantiere....57
4.5.3 Mezzi per il sollevamento....57
4.5.4 Impianti per la produzione di calcestruzzo....57
4.5.5 Mezzi per lavorazioni e servizi vari....57
4.5.6 Materiali necessari....57
4.5.7 Viabilità e accessibilità / Modalità di trasporto e montaggio....58
4.6 Indicazioni per la stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento....61
4.6.1 Fasi Lavorative Principali....61
4.6.2 Allestimento del cantiere....61
4.6.3 Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio....62
4.6.4 Misure di Prevenzione e Protezione....62
4.6.5 Realizzazione piste di cantiere e piazzole di manovra....63
4.6.6 Realizzazione fondazioni aerogeneratori....65
4.6.7 Trasporto aerogeneratori....67
4.6.8 Installazione aerogeneratori....68
4.6.9 Realizzazioni reti interrate, cabina di interconnessione ed allacciamento alla rete di distribuzione....71
4.6.10 Opere di recupero ambientale, regimazione delle acque e ripristino viabilità interna 73
4.6.11 Smobilizzo cantiere....75
5 FASE DI ESERCIZIO....77
5.1 Programmazione Manutenzioni....77
5.2 Attività di manutenzione e loro fasi....78
5.3 Mezzi utilizzati per le manutenzioni....79

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

5.3.1 Manutenzioni ordinarie....79
5.3.2 Manutenzioni straordinarie....79
5.4 Indicazioni per la stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento....82
5.4.1 Prove funzionali ed avviamento....82
5.4.2 Manutenzioni ordinarie....82
5.4.3 Manutenzioni straordinarie....82

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

1 PREMESSA

1.1 L'energia eolica

La radiazione solare, assorbita in modo disuniforme dall'atmosfera terrestre, dà luogo a masse d'aria a differenti temperature e, pertanto, a differenti densità e pressioni. Spostandosi dalle zone ad alta pressione verso quelle a bassa pressione, l'aria in movimento dà origine al vento. Inoltre, come risultato dell'azione di altre forze, si creano delle perturbazioni e, su base locale, fenomeni dovuti all'orografia specifica del terreno. L'energia del vento che è possibile sfruttare con un generatore eolico è direttamente proporzionale alla densità dell'aria, alla superficie dell'area spazzata dalle pale ed al cubo della velocità del vento. Si stima che l'energia contenuta nei venti sia pari approssimativamente al 2% del totale dell'energia solare che annualmente raggiunge la terra, il che equivale a quasi due miliardi di tonnellate equivalenti di petrolio [tep] (200 volte il consumo di tutte le nazioni del pianeta); in pratica, a causa della sua aleatorietà e dispersione, soltanto una parte di questa energia, circa il 5%, può essere vantaggiosamente utilizzata. Ciò spiega perché si guarda all'energia eolica come ad una delle fonti energetiche rinnovabili a maggior potenziale.

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori, una volta trasportata dai siti dove sono ubicati i parchi eolici, è pronta per essere consegnata agli utilizzatori finali attraverso la rete di distribuzione. Le società elettriche acquistano i chilowattora eolici dai produttori, potendo così far fronte ai consumi dei propri clienti con un'energia più pulita.

Negli ultimi decenni, a causa dell'incremento del costo dei combustibili fossili e dei problemi ambientali derivanti dal loro massiccio impiego, stiamo assistendo ad una rinascita dell'energia rinnovabile.

Le fonti energetiche rinnovabili sono inesauribili e pulite e consentono un utilizzo molto decentralizzato, dal momento che si possono utilizzare a poca distanza dai siti di produzione. Inoltre, presentano il vantaggio di complementarità reciproca.

L'energia eolica, al pari delle altre fonti energetiche rinnovabili, ha trovato legittimità nella legge n.10 del 09/01/91 che all'art. 1 comma 4 così recita: "*L'utilizzazione delle fonti di energia di cui al comma 3* (l'energia eolica) *è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere pubbliche dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche*".

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

1.2 Motivazioni dell'opera in progetto

La società MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. - Sistemi Ecologici di Borgo San Dalmazzo (Cuneo) fu il soggetto aggiudicatario del Bando pubblico di Project Financing per la realizzazione di un parco eolico, che avviato dal Comune di Rialto (Savona) con D.G.C. n° 1 del 28/02/05 e pubblicata con Determinazione n°45 del 7 aprile 2005.

A seguito dell'iter autorizzativo nel novembre del 2009 venne aperto il cantiere che portò alla fine dei lavori nell'ottobre del 2010.

Ad oggi, l'impianto denominato "*Impianto Eolico di Rialto*" è in produzione da più di un anno ed ha raggiunto e superato la producibilità prevista dai precedente studi anemologici.

La conoscenza dell'area da parte della società proponente MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. - Sistemi Ecologici, e la verifica della produzione da parte del parco eolico in funzione hanno portato a progettare l'installazione di un secondo impianto limitrofo al precedente.

Fatte salve queste premesse, la MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. - Sistemi Ecologici propone l'installazione di un secondo parco che si configura come l'estensione dell'impianto avviato nell'ottobre 2010. Le aree oggetto dell'intervento sono di proprietà del Comune di Rialto e si sviluppano sul territorio di Rialto e di Bormida.

Il Comune di Rialto è favorevole all'estensione della Convenzione in essere con la MARCOPOLO, convenzione che già prevede non vi possano essere proposte d'installazioni di proponenti diversi dalla MARCOPOLO nelle aree adiacenti agli aerogeneratori installati.

L'impianto eolico sarà costituito da tre turbine eoliche della potenza massima di 850 KW ciascuna del tipo Enercon E53, Enercon E48, Vestas V52 o Gamena G58 (o similari in taglia, dimensione e rendimenti) per una potenza nominale complessiva dell'impianto di 2.55 MW. Le turbine eoliche in progetto saranno del tipo tripala con una altezza massima della torre di 65 metri, ed un diametro massimo del rotore pari a 58 m.

La MPE si pone come obiettivo la produzione di energia da fonti rinnovabili, quale quella eolica, per collocarla sul mercato dell'energia o cederla a Consorzi di Aziende locali che ne hanno già fatto richiesta in allineamento alle leggi relative alla liberalizzazione del mercato elettrico (Decreto Bersani D.Lgs. 79/99).

Le motivazioni che sono alla base dei progetti promossi dalla società cuneese si allineano all'intendimento del Governo Italiano, in risposta alle prescrizioni del documento di Kyoto, ribadite nella conferenza di Marrakesh del novembre 2001, di diffusione dell'energia

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

prodotta mediante fonti rinnovabili al fine di perseguire un sostanziale incremento del loro contributo nel bilancio energetico globale: in ambito nazionale, infatti, l'obiettivo perseguito è quello di incrementare l'impiego di energia da fonti rinnovabili fino a circa 20.3 Mtep da raggiungersi nel periodo 2008-2012, rispetto agli 11.7 Mtep registrati nel 1997.

Le fonti rinnovabili possono fornire un rilevante contributo allo sviluppo di un sistema energetico sostenibile, incrementare il livello di consapevolezza e partecipazione dei cittadini, contribuire alla tutela del territorio e dell'ambiente e fornire opportunità di crescita economica.

Per l'elettricità prodotta da fonti rinnovabili le prime norme specifiche, già introdotte con il D.Lgs. 79/99 attuazione Dir CEE 96/92/CE *Norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*, sono relative in particolare a:

- precedenza nel dispacciamento di energia da fonte rinnovabile;
- obbligo, a carico dei grandi produttori ed importatori, di produrre o acquistare quote prefissate di energia da fonte rinnovabile;
- prevedere l'uso delle fonti rinnovabili nelle piccole reti isolate.

La volontà di realizzare un ulteriore impianto Eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile da parte della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. - Sistemi Ecologici e dell'Amministrazione comunale di Rialto, viene quindi a coincidere con l'indirizzo fornito dalle normative guida nazionali e con la politica della stessa società proponente, azienda che da decenni si fa promulgatrice del fatto che:

- la disponibilità di energia condiziona il progresso economico e sociale di una nazione: produrre energia da vendere, al *GRTN* (Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale) ed a privati, consente alle Società di ottenere un notevole risparmio sui costi energetici che devono sostenere;
- il valore delle fonti rinnovabili in termini di riduzione del costo ambientale della produzione energetica è indubbio.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

1.3 Funzionamento di un parco eolico

Gli aerogeneratori, altresì nominati turbine eoliche, producono energia elettrica impiegando la forza naturale del vento per mantenere in rotazione un generatore elettrico.

Gli aerogeneratori sono costituiti da un rotore le cui pale ruotano intorno a un asse orizzontale; questo a seconda dei modelli può essere unito a un giunto di trasmissione meccanica, moltiplicatore di giri, che, a sua volta, è collegato a un generatore elettrico o inserito direttamente in un generatore a magneti permanenti; in entrambi i casi l'intero sistema albero-generatore è inserito all'interno della navicella.

I principali componenti di un generatore eolico sono:

- Il rotore (generalmente costituito da 3 pale), che può funzionare a velocità costante o variabile.
- Le pale, realizzate in fibra di vetro e rinforzate in poliestere o in resina epossidica.
- Il controllo di potenza automatico in funzione della velocità del vento, con bloccaggio alle alte velocità (sicurezza meccanica); il controllo si realizza agendo sull'angolo di inclinazione delle pale (pitch) o sulla loro aerodinamica (stall).
- Il moltiplicatore di giri, non presente nel caso di generatori a magneti permanenti o a presa diretta.
- Il sistema di orientamento automatico secondo la direzione di provenienza del vento, basato su sensori di monitoraggio (anemometro e banderuola).
- La torre tubolare in acciaio o in elementi prefabbricati in cemento armato.

La potenza degli aerogeneratori varia da alcune centinaia di kilowatt a diversi megawatt; il diametro della turbina è uno dei parametri fondamentali, ad una maggior lunghezza delle pale, corrisponde una maggiore area spazzata dal rotore e, pertanto, una maggiore energia meccanica assorbita dal vento e trasformata in energia elettrica.

L'energia prodotta da un aerogeneratore varia principalmente in funzione di alcuni parametri: il potenziale eolico specifico di ciascun sito (proporzionale al cubo della velocità del vento), il fattore di disponibilità della stessa macchina (capacità di operare in presenza del vento: tipicamente maggiore del 97%), e la disposizione delle macchine nel parco eolico (per effetto dell'interferenza di scia tra le macchine).

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

1.4 Benefici

L'energia eolica presenta grandi vantaggi sotto il profilo ambientale rispetto alle fonti di energia convenzionali.

I benefici ambientali dell'eolico possono essere valutati analizzando gli impatti che non si producono e che vanno invece imputati ad altre fonti energetiche:

- Non vi sono grandi movimenti di terreno, alterazione delle falde acquifere, contaminazione da particolato, accumulo di residui radioattivi, produzione di agenti chimici aggressivi, contaminanti acidi o gas tossici.
- Non si brucia alcun combustibile, non si dà luogo ad emissioni di gas climalteranti in atmosfera, non si causa inquinamento termico e non si generano rifiuti che potrebbero dare origine a incendi.
- Non sono necessarie grandi quantità di energia e di acqua, non sono richiesti grandi trasporti ricorrenti, non esistono rischi di esplosione, né di inquinamento dell'ambiente marino e dell'atmosfera.
- Non si ricorre alla fissione di combustibile, il che equivale ad azzerare il rischio di incidenti nucleari.

Inoltre, grazie alla diffusione dell'energia eolica e al fiorire del relativo indotto, si creano numerosi posti di lavoro.

In definitiva, pur essendo quella eolica un'energia ecologica, non va dimenticato che tutti i processi di trasformazione dell'energia, incluso l'eolico, comportano un impatto ambientale. Pertanto, la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico richiedono l'implementazione di un processo continuo di verifiche e di controlli ambientali, nonché di specifici programmi di monitoraggio.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2 OGGETTO DELLO STUDIO

2.1 Generalità sul sito

Il sito individuato e ritenuto idoneo alla realizzazione di un parco eolico, ricade all'interno del Comune di Rialto (provincia di Savona), in località *Pian dei Corsi*, ad un'altezza di circa 950 metri s.l.m., su un crinale che si estende per almeno 1.3 Km, spartiacque tra il Finalese e la Val Bormida. In particolare, così come più dettagliatamente riportato sulle tavole allegate (**LO.A100.01.00** e **LO.A100.02.00**), l'area si estende a 2.3 Km a nord del centro abitato di Rialto.

Tutte le aree sono di proprietà del Comune di Rialto, anche se una parte delle opere si trova nel comune di Bormida. Se si considerano anche le aree interessate dalla fase di cantierizzazione, occorre fare riferimento alle parti di territorio comprese nei seguenti mappali (tavole allegate **LO.A101.01.00** e **LO.A102.01.00**):

- Foglio 2 mappali 42, 43, 72 del Comune di Rialto
- Foglio 20 mappale 19 del Comune di Bormida

L'area presenta una logistica favorevole in quanto delimitata dalla Strada Provinciale n°23 che da Calice Ligure collega al colle del Melogno ed in parte dalla strada che collega la Strada Provinciale alla ex base NATO, sede delle Wind Farm "Andrea Quaglia" nel Comune di Rialto, e "Pian dei Corsi" nel Comune di Calice Ligure.

L'intera opera insiste quindi in territorio ligure, pertanto, l'eventuale visibilità delle opere dai territori piemontesi è da ritenersi di nessuna influenza data la distanza degli impianti da tali punti di osservazione.

Il sito è adibito ad attività di produzione agro-silvo pastorale (tavola **LO.A101.01.00**), in grado quindi di coesistere con la presenza di turbine eoliche. A tal proposito si fa rilevare che l'utilizzo di turbine eoliche determina una limitata occupazione del suolo, lasciando inalterata l'attuale destinazione d'uso.

L'installazione di turbine eoliche (di potenza massima pari a 850 KW) è ritenuta possibile grazie alle caratteristiche di accessibilità riscontrate in sito ed alla conformazione orografica del terreno. I dati previsionali di potenziale eolico disponibili per il sito permettono peraltro, con l'utilizzo di tali aerogeneratori, un'occupazione del terreno ottimale in rapporto alla produzione energetica ottenibile.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.2 Aspetti orografici e geomorfologici

L'area di intervento è ubicata lungo la linea di crinale che separa il bacino del torrente Pora da quello del torrente Bormida nella località denominata Pian dei Corsi, all'interno del territorio comunale di Rialto, con altitudine compresa tra i 950 ed i 1000 metri.

In riferimento alla locale geologia, si è considerato quanto riportato nella Guida Geologica Regionale n° 11 – Alpi Liguri redatto a cura della Società Geologica Italiana (1990); in particolare, i siti di intervento mostrano solo sporadici affioramenti in roccia fortemente fratturata, presentando prevalentemente una coltre detritica dal punto di vista litologico formata da terreni ascrivibili al dominio Briazonese, in particolare ai termini denominati Porfiroidi del Melogno collegati alle attività vulcaniche del Permiano Inferiore.

Il rilevamento di dettaglio ha permesso negli sporadici affioramenti il riconoscimento di tale complesso che, in relazione alle deformazioni tettoniche subite, rende complicato il rilievo del principale piano di scistosità, apparendo il complesso per la quasi totalità smembrato in blocchi con dimensioni variabili dal decimetro al metro cubo.

L'ammasso si presenta in genere intensamente fratturato secondo due set principali di diaclasi; il piano di scistosità si rileva raramente in taluni affioramenti metrici essendo in genere la compagine smembrata dalla fatturazione e dall'alterazione superficiale. La giacitura dominante tuttavia si aggira intorno ai 150-170 gradi Nord con inclinazione variabile.

Sull'estensione areale domina la copertura eluviale, con spessore massimo ipotizzabile intorno ai 3 metri, con prevalente frazione lapidea riferibile al substrato locale e pezzatura grossolana (ciottoli e blocchi) in matrice argillo-sabbiosa).

Non sono stati notati nei siti di intervento particolari processi morfogenetici in atto o pregressi; ci troviamo in genere in situazioni di locale stabilità.

Per i risultati delle analisi geologiche preliminari si rimanda alla relazione specialistica allegata al progetto.

2.3 Accessibilità

Il sito è ubicato a 12 km di distanza dall'uscita di Orco Feglino dell'Autostrada dei Fiori (A10 Genova – Ventimiglia), mentre dista 19 km dal casello autostradale di Finale Ligure (A10).

Volendo arrivare all'Autostrada Verdemare (A6 Torino – Savona), il sito dista 32 km dal casello di Altare-Carcare.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Per determinare il tragitto lungo il quale sia possibile trasportare gli aerogeneratori del porto di arrivo al sito, si è innanzitutto andati a verificare il percorso già adottato per trasportare gli aerogeneratori Vestas/Nordex dall'uscita di Finale Ligure al sito di Calice Ligure, passando per gli abitati di Gorra, Olle, Portio, Regione Ca'Nova, raggiungendo quindi il sito lungo la Via Pian dei Corsi, denominata anche Strada Provinciale n°23.

È stato individuato il punto di criticità massima presso il centro di Gorra, dove è presente una strettoia originata da una casa ed un loggiato medioevale, (Lat. 44°10'58.83" Nord, Long. 08°17'50.56" Est, vedi foto); la distanza minima tra i due edifici è stata misurata con il distanziometro laser ed è pari a 3396 mm.





Fotografie della strettoia di Gorra: a sinistra si ha la vista dal centro del paese in direzione di Olle, a destra in direzione opposta.

Abbiamo cercato un accesso alternativo, verificando la viabilità seguendo la Strada Provinciale SP15. Partendo dal quadrivio generato dalla SP15 e da via Pian dei Corsi (Lat. 44°14'17.00" Nord, Long. 08°13'13.64" Est), si è raggiunto il comune di Osiglia, in particolare la piazzola dell'aerogeneratore Nordex da 800 KW, situato in tale comune (Lat. 44°16'20.74" Nord, Long. 8°12'42.44" Est).

Procedendo lungo la SP15 in direzione Bormida-Pallare; presso la Località Costa si incontrano i primi due punti critici, dove i mezzi pesanti trasportanti le componenti dell'aerogeneratore potrebbero trovare difficoltà.

Il primo punto, denominato **Strettoia 1** (Lat. 44°16'45.74" Nord, Long. 8°13'20.25" Est), è costituito da una curva che passa sopra un ponte.

Il secondo punto, denominato **Tornante 1** (Lat. 44°16'51.44" Nord, Long. 8°13'29.13" Est), è una stretta curva a gomito.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.



Aerogeneratore di Osiglia.



Strettoia 1 – Ponte reggente la curva



Tornante 1 – Basso raggio di curvatura

Proseguendo lungo la SP15, sempre in Bormida, presso la Località Chiesa, si trovano due ulteriori punti critici. Il primo punto, denominato **Tornante 2** (Lat. 44°16'45.12" Nord, Long. 8°14'0.52" Est), è costituito da un tornante che gira attorno ad una macchia di pini.

Il secondo punto, denominato **Strettoia 2** (Lat. 44°16'47.00" Nord, Long. 8°14'9.50" Est), ha criticità legate ai raggi di curvatura della strada ed alla sua larghezza presso l'inizio e la fine della doppia curva, pari a 6'150 e 5'660 mm.

Dopo tale strettoia, la strada si ricongiunge con l'altro ramo proveniente dal quadrivio generato dalla SP15 con via Pian dei Corsi; prosegue poi verso Pallare, senza presentare punti critici per i trasportatori.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.



Strettoia 2 – Inizio doppia curva



Tornante 2 – Basso raggio di curvatura

Si può pertanto concludere che la SP15 è un percorso che non necessita di interventi migliorativi di grande portata.

Inoltre tale percorso è già stato utilizzato nel trasporto degli aerogeneratori del Parco Eolico di Rialto e non ha generato criticità inaspettate.

Nuovi percorsi interni, in alcune zone del sito, sono invece da realizzare.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.4 Vincoli e/o disposizioni legislative

Con riferimento alla Mappatura dei Siti non Idonei per l'installazione di impianti eolici, elaborata dalla Regione Liguria sulla base dei criteri espressi nella D.G.R. n. 966 del 05/09/2002 "*Criteri per elaborazione relazione di verifica/screening di cui all'art. 10 l.r. 38/98 per impianti eolici",* la **localizzazione degli aerogeneratori nelle aree individuate dal Comune di Rialto risulta al di fuori delle aree non idonee suddette ed al di fuori di aree SIC e ZPS** (vedere tavole allegate **LO.A104.01.00**, **LO.A104.02.00**, **LO.A105.01.00**).

L'area risulta sottoposta a vincolo idrogeologico R.d. 3267/1923, e verranno, pertanto, applicate le norme previste dal D.M. 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e quanto previsto dalla Circolare Regione Liguria prot**.** 57382 del 06/05/1991 "Circ. in merito all'applicazione del D.M. 11/03/1988 relativo alla legge 64/74 per le autorizzazioni di cui all'art. 34 della L.R. 16/04/84 n°22" (interventi in zone sottoposte a vincolo per scopi idrogeologici ai sensi del R.d. n° 3267/1923).

In merito si rimanda alla specifica relazione "Relazione Geologica Preliminare (RG)" redatta dal Dott. Geol. Gianni Lepre, ed a eventuali successive integrazioni.

Sussiste infine un vincolo Paesistico – Ambientale redatto ai sensi della L.R. n.39/1984, come si evince dalla tavola allegata **LO.A103.01.00**, per il quale sono previsti i seguenti regimi:

- Assetto geomorfologico: **MA** (Mantenimento)
- Assetto vegetazionale: **BAM–CO** (Bosco di Angiosperme Mesofile – Consolidamento)
- Assetto insediativo: **ANI–MA** (Area Non Insediativa – Mantenimento)

Non sussistono ulteriori vincoli, e, in particolare, di carattere militare o sismico.

Il sito interessato dall'impianto eolico risulta in una zona collinare di proprietà comunale.

Inoltre, il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, riguardo alla "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" indica che per l'intervento in zona agricola non è necessaria nessuna variante allo strumento urbanistico.

Per un inquadramento topografico è possibile fare riferimento alla C.T.R. Regione Ligure elemento n°228 164 Rialto scala 1:5000 ed alla cartografia catastale in scala 1:2000 (vedere tavola allegata **LO.A102.01.00**).

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.5 L'impianto eolico

L'Impianto Eolico è costituito da numero tre aerogeneratori di potenza massima pari a 850 KW ciascuno del tipo Vestas V52, Enercon E48, Enercon E 53 o Gamesa G58 (o similari in taglia, dimensione e rendimenti), per una potenza massima complessiva dell'impianto pari a 2.55 MW.

Sulla base di una specifica indagine anemometrica, tramite il posizionamento di una torre tralicciata di altezza pari a 50 metri, si è valutato il layout ottimale delle turbine in termini di:

- minor impatto visivo nei confronti dei punti sensibili;
- migliore inserimento nel paesaggio con le limitrofe centrali eoliche di Bormida e Calice Ligure, ed il Parco Eolico di Rialto;
- migliore rendimento energetico in funzione della direzione prevalente e della qualità del vento presente;
- minor impatto sulla vegetazione esistente;
- scelta di aerogeneratori di taglia tale da minimizzare l'occupazione del suolo a parità di produzione energetica complessiva;
- utilizzo di torri con l'inserimento all'interno della torre del trasformatore BT/MT;
- ottimizzazione dei percorsi dei cavidotti interrati delle linee MT, posizionandoli ove possibile lungo la viabilità esistente;
- torri, navicelle e pali realizzati con colori che si inseriscono armonicamente nell'ambiente circostante, fatte salve altre tonalità derivanti da disposizioni di sicurezza.

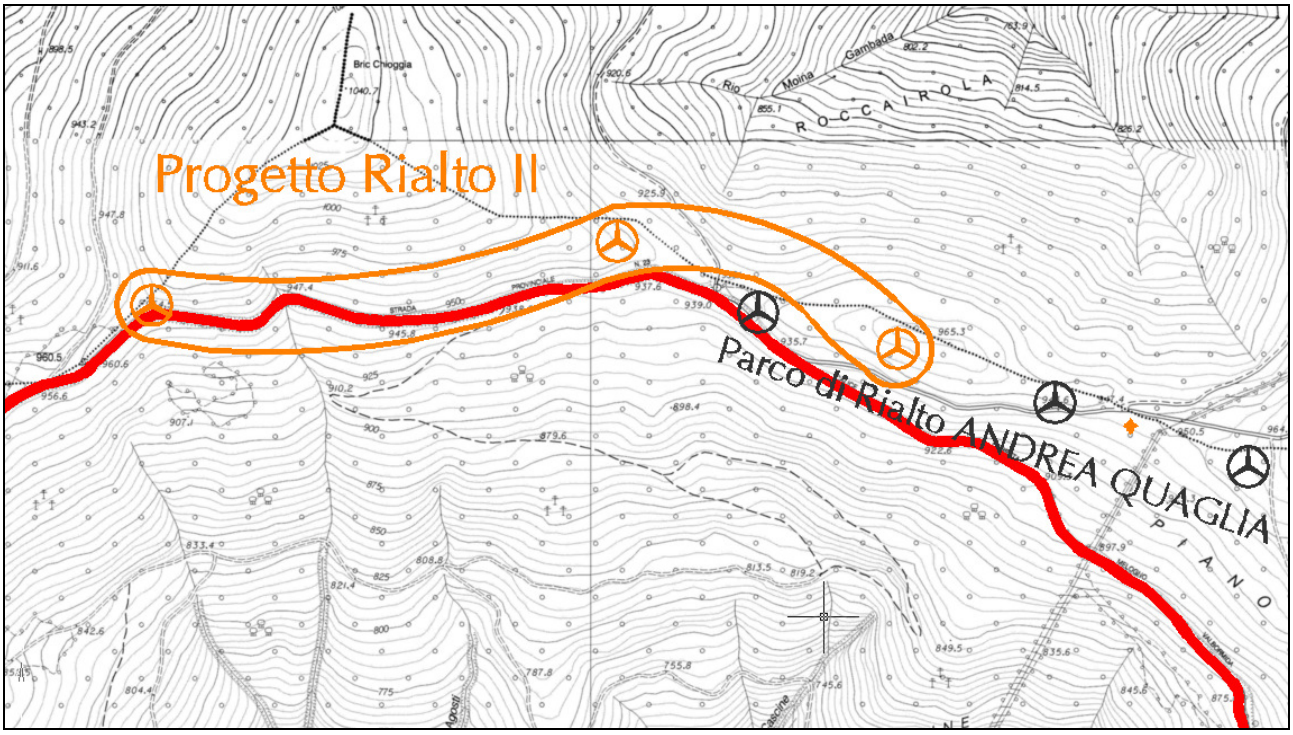
Per ulteriori approfondimenti, si rimanda alla relazione specifica "Studio Anemologico e Produzione Energetica (SA)".

Il progetto proposto dalla MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. - Sistemi Ecologici individua il posizionamento di 3 turbine come indicato nella planimetria della tavola **LO.E106.03.00** allegata al progetto.

Pertanto, con riferimento alla planimetria di layout indicata nella figura a pagina successiva, le coordinate Gauss-Boaga individuate risultano le seguenti:

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Aerogeneratore	X	Y
WTG_01	1441560	4899474
WTG_02	1441816	4899389
WTG_03	1441174	4899592
WTG_04	1441352	4899544
WTG_05	1440981	4899686
WTG_06	1440331	4899576



Proposta di layout definitivo evidenziato in tabella rispetto al layout del Parco Eolico di Rialto "Andrea Quaglia" già in esercizio

Tale scelta progettuale comporta, a parere della società, il minor impatto sul territorio in termini di:

- viabilità ed aree di manovra/stoccaggio da realizzare ex-novo;
- minima alterazione dell'area boscata con arbusti di media taglia;
- un allineamento a fila unica che si integra con gli aerogeneratori già installati e dà una sensazione di armoniosità visiva e di gradevole inserimento nel territorio;

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

ed in primis risulta non trascurabile il fatto che l'area prescelta presenti le seguenti peculiarità:

- ottima accessibilità in quanto raggiungibile percorrendo, dall'uscita del casello autostradale di Altare-Carcare sull'Autostrada A6 Torino-Savona, la S.P. n° 15 Carcare-Melogno che attraversa le località di Pallare e Bormida, proseguendo poi per la S.P. n° 23 denominata anche via Pian dei Corsi, attraverso la quale sono già transitati gli impianti installati nei comuni di Bormida, Calice Ligure, Osiglia e Rialto.
- non sussiste alcun tipo di interferenza in quanto assenti unità abitative limitrofe al sito, nel raggio di vari chilometri;
- la presenza nell'area delle centrali eoliche di Calice Ligure, Bormida e Rialto che conferma la più che buona qualità e quantità di vento presente.

In seguito alle considerazioni effettuate, ad oggi, si può pertanto prevedere un layout costituito da:

- n. 3 aerogeneratori di potenza nominale unitaria massima pari a 850 KW, altezza mozzo massima di 65 metri, ed un diametro massimo del rotore pari a 58 m;
- n. 3 cabine elettriche di macchina collocate all'interno degli stessi aerogeneratori e dunque non visibili dall'esterno;
- n. 1 cabina elettrica di cessione MT/MT per il collettamento ed il conferimento dell'energia prodotta, con relativi locali "misura", "produttore" e "gestore rete", collegata alla sottostazione ENEL tramite cavidotto di MT a 15 kV;
- n. 3 anemometri installati sugli aerogeneratori stessi, necessari per il corretto monitoraggio dell'impianto in fase di esercizio;
- viabilità interna di impianto, la cui nuova realizzazione sarà ridotta al minimo; prevedendo per quanto possibile l'utilizzo della viabilità esistente, eventualmente risistemata;
- cavidotti interni di impianto che saranno interrati ad una profondità minima di 1,2 m.

Oltre all'installazione degli aerogeneratori, per la realizzazione dell'impianto sono anche da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

- **Opere civili**: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la posa in opera della cabina di cessione, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito per la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto.
- **Opere elettromeccaniche**: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori, le apparecchiature elettromeccaniche, l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati e della rete di terra, nonché la realizzazione del sistema di monitoraggio e controllo della centrale e dei singoli aerogeneratori.

Le caratteristiche dell'impianto e la sua disposizione (layout), in funzione del territorio, così come previsto dal presente progetto, sono meglio descritti nelle tavole allegate.

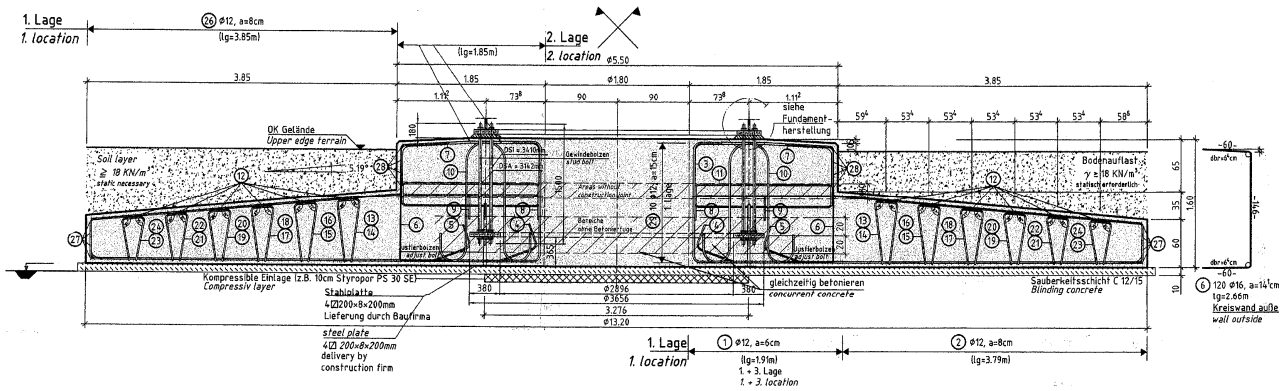
2.6 Opere civili

2.6.1 Fondazione aerogeneratore

Per ogni aerogeneratore è necessaria una fondazione in conglomerato cementizio armato, che serve a garantire l'equilibrio al ribaltamento ed ha inoltre la funzione di trasferire al piano di sedime tutti i carichi generati fondamentalmente dall'azione del vento. Tale trasferimento dei carichi al terreno deve avvenire in modo che il livello tensionale indotto sul piano di posa sia inferiore a quello ammissibile del terreno riscontrato, e che i cedimenti differenziali siano inferiori ai valori limite.

Nella tavola grafica allegata (**FE.C500.01.00** e **FE.C500.02.00**), è riportato uno schema tipo di fondazione in funzione delle attuali conoscenze delle caratteristiche del terreno. Tale schema dipende, ovviamente, dal substrato rinvenuto localmente e puntualmente sotto ogni aerogeneratore. In merito, la MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. - Sistemi Ecologici farà condurre una specifica indagine geologica per mezzo di sondaggi puntuali (ovvero prove penetrometriche), e stendimenti sismici a rifrazione, seguiti da ulteriori sondaggi geognostici a carotaggio continuo fino ad una profondità di metri 15, che saranno in seguito trasmesse a gli e Enti competenti, cui si rimanderà per ulteriori approfondimenti.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.



Sezione di fondazione

Pertanto, la progettazione preliminare delle opere di fondazione viene, in questa fase, effettuata sulla base di parametri geotecnici dedotti dai suddetti studi; successivamente, la progettazione esecutiva dovrà prevedere gli opportuni carotaggi puntuali che definiranno i parametri geotecnici per il progetto esecutivo delle fondazioni.

A titolo di esempio, fra le differenti tipologie di macchine utilizzabili per il Parco Eolico di Rialto 2 (Enercon E48, Enercon E53, Vestas V52, Gamesa G58 o similari in taglia, dimensione e rendimenti), si sono utilizzati i dati dell' Enercon E53, fermo restando che le altre tipologie di aerogeneratori presentano caratteristiche simili. I carichi considerati sono i seguenti:

Componente	**Peso** [ton]
Torre (h 60 metri)	60
Rotore (incluse le pale)	17
Generatore	17
Navicella	6
Peso Proprio	**ca. 100**

In generale, in accordo con la documentazione fornita dalla azienda produttrice degli aerogeneratori, è stato previsto un sistema di fondazione composto da:

- una platea di fondazione circolare con diametro di 13 m considerando parametri cautelativi da approfondire, caso per caso, nel corso della progettazione esecutiva;
- un'eventuale palificata (con pali aventi caratteristiche dimensionali e meccaniche da definirsi), e/o opere di consolidamento da definirsi secondo i risultati dei sondaggi profondi mediante carotaggio e analisi degli strati sulle carote estratte.

Il volume di scavo delle fondazioni per ogni aerogeneratore, nell'ipotesi di installazione di macchine di potenza unitaria massima pari a 850 KW è dell'ordine di 225 m^3.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.6.2 Cabine elettriche BT/MT

Il modello di aerogeneratore scelto presenta il punto di trasformazione elettrica da BT a MT all'interno della torre, consentendo un'occupazione del terreno limitata alla sola fondazione dell'aerogeneratore ed alla piazzola di cantiere, evitando l'esecuzione di opere murarie per la cabina di trasformazione BT/MT a terra.

2.6.3 Allacciamento alla rete elettrica nazionale

L'allaccio alla rete elettrica nazionale avverrà secondo la modalità concordata con ENEL Distribuzione S.p.A.

Ad oggi per il Parco Eolico Rialto **"Andrea Quaglia"** la connessione in nodo complesso avviene nella cabina di Calice Ligure denominata **DD90-2-060315** presso la Segheria Sterla, per mezzo di un cavidotto di circa 11km.

Per la connessione del nuovo impianto Parco Eolico Rialto 2 è stato deciso dal Gestrore della Rete Elettrica di modificare la connessione di cui sopra, in modo tale da avere un unico punto di allaccio in cabina primaria.

La soluzione tecnica fornita da ENEL Distribuzione S.p.A. (allegata al progetto), prevede una cabina sita a bordo parco connessa alla cabina del parco "Andrea Quaglia" mezzo di un cavidotto di 300m circa.

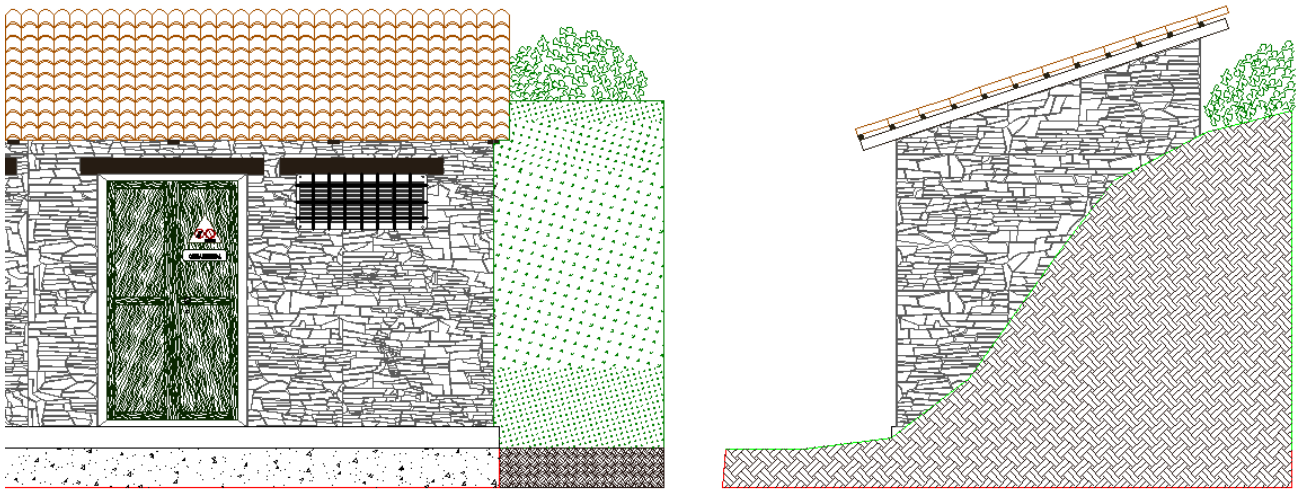
Il cavidotto in utilizzo dall'impianto eolico di Rialto **"Andrea Quaglia"** sarà scollegato dalla cabina di Calice Ligure e sarà esteso per circa 5 km dalla cabina di Calice Ligure denominata DD90-2-060315 fino alla centrale AT/MT di Finale Ligure, lungo il percorso della Strada Provinciale n. 17; lungo il tragitto complessivo del cavidotto interrato (circa a metà), vista l'estensione, è prevista una cabina di sezionamento.

Inoltre, tale cavidotto verrà collegato all'elicord che transita in aereo in prossimità del sito interessato dall'installazione dei due impianti, formando una chiusura ad anello con la RTN.

La cabina di cessione a bordo parco di Rialto 2 verrà rivestita in accordo con le esigenze di integrazione paesaggistica utilizzando come modello le costruzioni rurali tipiche del luogo quali ad esempio la costruzione denominata "Ca' del Mago" in prossimità del colle del Melogno (vedere tavola allegata **EL.C201.01.03**):

- i muri saranno rivestiti in pietra locale, con giunto rinzaffato malta mista calce idraulica e pozzolana;
- il tetto sarà ricoperto di coppi sostenuti da listelli in legno.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.



Vista indicativa frontale e laterale della cabina di cessione con tetto monofalda e rivestita in accordo con le esigenze di integrazione paesaggistica

Al fine di limitare al massimo la presenza di manufatti, è stata anche esplorata la possibilità di realizzare una cabina elettrica totalmente interrata; questa soluzione è stata rigettata da ENEL Distribuzione S.p.A., in quanto il sito in questione presenta condizione climatiche invernali che impedirebbero l'accessibilità alla cabina in caso di abbondanti nevicate.

2.6.4 Viabilità

Per la realizzazione del Parco Eolico Rialto 2, non è necessaria la creazione di una nuova viabilità di accesso al sito, poiché viene utilizzata l'Autostrada A6 Torino-Savona e all'uscita di Altare – Carcare si prosegue sulla S.P. 15 oltrepassando gli abitati di Pallare e Bormida. Ci si innesta in seguito sulla S.P. 23 del colle del Melogno e si arriva in circa 5 Km in prossimità del crinale di Pian dei Corsi, sito dello sviluppando Parco Eolico.

Dalla S.P. 23 parte la strada comunale che raggiunge l'ex base NATO ed i parchi eolici esistenti e funzionanti nei comune di Rialto e di Calice Ligure. Anche la strada di accesso alla ex base NATO risulta già dimensionata ed asfaltata in funzione del carico dei mezzi in transito, perciò, di fatto, l'intero percorso è servito da un'ottima viabilità. Il tratto di strada provinciale S.P. 23, utilizzato per il trasporto dei generatori, coincide con l'Alta Via dei Monti Liguri e non necessita di nessuna trasformazione di sorta.

Dalla viabilità provinciale e comunale si sviluppano i nuovi tracciati delle piste di cantiere. Si rimanda a tal proposito alle tavole **MT.C110.01.00**, **MT.C110.02.00**, **MT.C110.03.00**, **MT.C110.04.00**, **MT.C110.05.00**, **MT.C110.06.00**, e le corrispondenti tavole delle sezioni.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Dalle tavole suddette, si evince che l'aerogeneratore n° 4 è collegato con un breve tratto di circa 75 m alla strada comunale, mentre l'aerogeneratore n° 5 è collegato con un tratto di circa 67 m alla strada provinciale SP23; l'aerogeneratore n° 6 ha è invece collegato con un tratto di circa 20 m alla strada provinciale SP23.

La viabilità di cantiere sarà realizzata con sottofondo in misto granulare ed un ulteriore strato di misto stabilizzato, verranno inoltre predisposti 3 piazzali per il montaggio delle torri e la manovra dei mezzi (autogrù, autocarri ecc...).

Nella sezione tipo di progetto (**MT.C111.02.00**)si considera di realizzare la nuova viabilità di cantiere con la realizzazione di un cassonetto di circa 30 cm con cunetta laterale di scolo e drenaggio delle acque meteoriche di circa 45 cm di larghezza. La formazione del rilevato stradale, laddove necessario, avverrà con impiego di materiale proveniente dagli scavi. Lo strato di fondazione, in misto granulare anidro, sarà opportunamente compattato con rullo pesante o vibrato mediante cilindratura a strati sino al raggiungimento di un idoneo livello di compattazione.

Si adotterà, per garantire il minor impatto sull'ambiente esistente, una larghezza della strada di cantiere di circa 4.00 m. È esclusa la pavimentazione in conglomerato bituminoso della viabilità interna all'impianto eolico, anzi, a lavori ultimati, la strada verrà ridotta in larghezza a circa 2.40 metri, ed assumerà un aspetto in tutto simile alle strade campestri esistenti. La viabilità comunale e provinciale esistente, qualora alterata dai lavori, verrà ripristinata nel suo aspetto originale.

Le aree dei piazzali di manovra, stoccaggio e montaggio, allestiti in prossimità delle turbine, al termine dei lavori, saranno in parte rimodellate ripristinando i declivi ed, il manto erboso con ricoprimento mediante terreno vegetale, proveniente dagli scavi, e della successiva ripiantumazione. Saranno lasciate delle piazzole di manutenzione di dimensione 15 × 15 metri, per le operazioni di manutenzione degli aerogeneratori stessi, così come richiesto dalle specifiche tecniche dei produttori degli aerogeneratori.

Il ripristino delle piste di cantiere avverrà con la riduzione della dimensione delle stesse a circa 2.40 metri di larghezza, sarà ricostituita, inoltre, la pendenza naturale originale e sarà effettuata la rinaturalizzazione mediante semina delle essenze erbacee autoctone (vedere la "Relazione Botanica (RB)", la tavola allegata **MT.C112.01.00**, le tavole **MT.C110.02.00, MT.C110.04.00, MT.C110.06.00**).

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

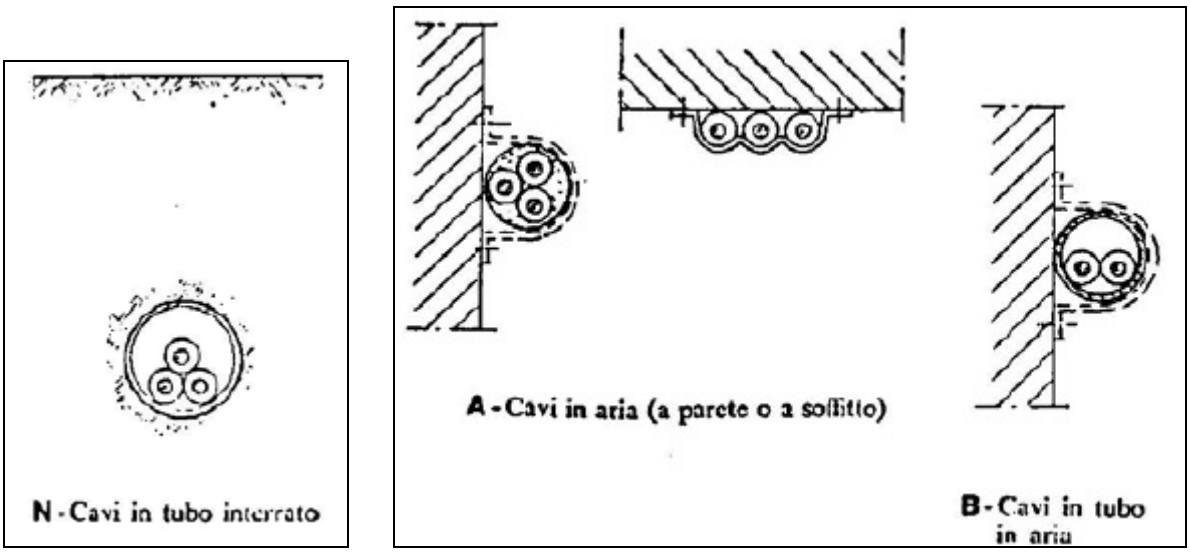
2.6.5 Cavo di potenza e di segnalazione

I cavi di potenza sono alloggiati in tubo corrugato di diametro 160 mm, come richiesto da ENEL, e vengono posizionati nel sedime stradale, a profondità minima di 1.20 metro, sopra un letto di sabbia vagliata; il rinterro della trincea dovrà essere effettuato con l'utilizzo della terra, vagliata, proveniente dagli scavi. È prevista la posa di un nastro segnalatore, collocato ad opportuna profondità.

Nella trincea scavata al di sopra dei cavi conduttori, separato da uno spesso strato di sabbia, corre il cavo di comunicazione che trasmette tutti i dati sulla operatività delle macchine ad un computer centrale che provvede alla stampa e all'invio ad un'unità centrale di controllo, ove gli operatori vigilano sul funzionamento ottimale dell'intero impianto.

Qualora il percorso incroci un ponte in c.a., la linea verrà tassellata in tubo conduit, così come disposto dalla norma **CEI 11-17: 2006-07 fascicolo 8402 (Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di linea elettrica – Linee in cavo).**

Per chiarezza si riportano i due schemi di posa prescritti in norma per l'alloggiamento stradale e per la posa fianco ponte.



Schemi di posa della linea elettrica: alloggiamento stradale e posa fianco ponte

Non saranno interessati dai lavori i corsi d'acqua (rii), nemmeno temporaneamente, e tantomeno ne verranno variate le sezioni di portata.

L'intera opera si svolgerà all'interno del sedime stradale carrabile esistente o lungo la banchina sita a bordo strada, eventuali passaggi fianco ponte verranno effettuati sul lato valle in modo da evitare danneggiamenti in caso di fenomeni alluvionali o incagliamenti di materiali trasportati dalle acque.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

L'impianto elettrico di collegamento tra le varie turbine è limitato alla sola posa dei condotti e al loro collegamento nei rispettivi quadri di zona e di torre, mediante tutti gli accessori che la regola d'arte richiede ed impone. Le tre turbine dislocate sull'area di progetto sono collegate tra loro mediante una linea elettrica indipendente per ogni generatore in modo da ottenere un funzionamento in parallelo dei sistemi di generazione, per uno sviluppo complessivo di circa 1785 metri; si veda l'apposita tavola **LO.E106.03.01** .

In prossimità dell'aerogeneratore n°4 sarà dislocata la cabina di consegna, le cui opere civili da eseguire saranno relative a :

- scavi a sezione obbligata per la posa della rete di terra;
- fornitura e posa di una vasca di fondazione prefabbricata avente funzione di basamento e conterrà tutti i passaggi per i cavi di connessione fra lato Enel con il lato misura ed il lato utente;
- fornitura e posa di un fabbricato MT prefabbricato per l'alloggiamento quadro MT, gruppo di misura, batterie, quadri servizi ecc… opportunamente mitigato mediante rivestimento in pietra locale e copertura in coppi, prendendo come modello i fabbricati esistenti in zona, quali Ca' del Mago e la Chiesa di Madonna della Neve.

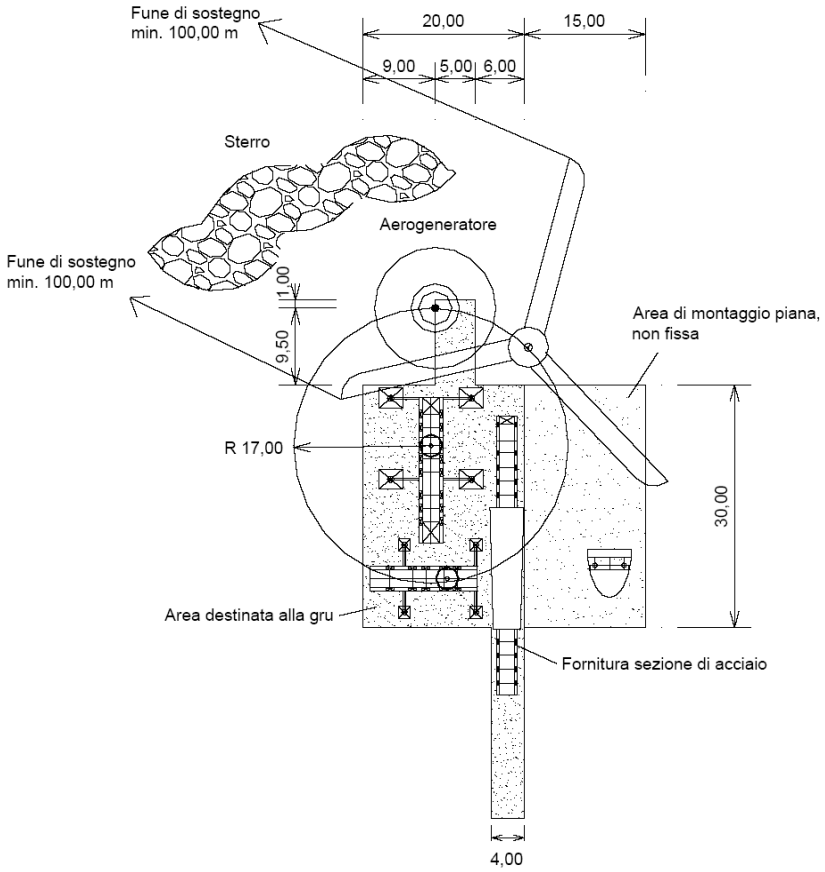
Gli impianti elettrici e di distribuzione saranno comunque realizzati sulla base di un progetto esecutivo sviluppato da tecnico abilitato e concordati con i tecnici ENEL Distribuzione S.p.A, conformemente alle specifiche del settore.

2.6.6 Piazzole aerogeneratori

In fase di realizzazione dell'impianto sarà necessario l'approntamento in prossimità delle fondazioni di aree (altresì denominate piazzole), dedicate al posizionamento delle gru ed al montaggio degli aerogeneratori.

Una piazzola ben eseguita è la garanzia per uno svolgimento impeccabile e sicuro della fase d'installazione. Occorre realizzare una superficie piana a grana grossa con uno strato di copertura composto da una miscela di materiale riciclato o di minerali, con Durante la fase di montaggio devono essere effettuate prove di pressione delle piastre di carico per poter certificare la portata richiesta.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.



Schema esecuzione di piazzola – Fonte: Enercon

Le gru da impiegare devono avere una pressione di appoggio di max. 200 tonnellate, che viene scaricata sulla piazzola gru attraverso le piastre di ripartizione del carico. Le pressioni possono qui agire sulla piazzola fino ad un max. di 18.5 t/m^2 (185 KN/m^2).

La piazzola deve essere quindi dimensionata in modo da poter eseguire in modo ottimale tutti i lavori necessari per l'installazione dell'aerogeneratore, inclusa la torre.

Durante i lavori di costruzione della fondazione, la piazzola serve soprattutto come area di deposito per materiali (es. acciaio per armature) e macchine.

Le caratteristiche di piazzola dovranno, tra gli altri, soddisfare requisiti minimi quali:

Per fondazione su Sabbie	$\phi \geq 30°$
Per fondazione su Argille	Cu $\geq$ 80 KN/m^2
Dens. Eff. suolo riemp.	$\gamma \geq$ 18 KN/m^3
Capacità Dinamica	Es din $\geq$ 75000 KN/m^2
Livello più alto della falda	GWL $\leq$ Liv. fondazioni

Tali parametri risultano cautelativi in quanto da verifiche preliminari risulterebbe un'assenza di falda e la presenza di materiali a maggiore densità.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.7 Progetto elettrico parco eolico

Nel seguito sono descritti i criteri operativi adottati per la progettazione elettrica di massima dell'impianto eolico.

La filosofia generale di progettazione, una volta individuate le caratteristiche del complesso prevede la seguente articolazione:

- individuazione dei riferimenti normativi in relazione alle caratteristiche del complesso e dei lavori da eseguire;
- individuazione e descrizione, in relazione allo stato dei luoghi, degli interventi da realizzare;
- redazione di elaborati grafici;
- dimensionamenti (da realizzare in fase esecutiva):
  - delle linee elettriche;
  - dei quadri elettrici;
  - delle canalizzazioni;
  - dell'impianto di terra.

2.7.1 Descrizione generale

Il parco eolico è costituito da 3 aerogeneratori con potenza unitaria massima pari a 850 kW a tensione generazione di 690 V.

La generazione asincrona di ogni turbina eolica alimenta un trasformatore innalzatore 690/15000 V e degli ausiliari per il controllo e la protezione del sistema. Il trasformatore BT/MT con la relativa quadristica di media tensione fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso, a base torre.

2.7.2 Scelte progettuali

Le tre turbine dislocate sull'area di progetto sono collegate alla cabina di raccolta e consegna mediante una linea elettrica indipendente per ciascun aerogeneratore, in modo da ottenere un funzionamento in parallelo dei sistemi di generazione per uno sviluppo complessivo di circa 1785 metri; in questo modo, il malfunzionamento di un aerogeneratore non pregiudica il funzionamento dell'impianto, cosa che potrebbe avvenire nel caso di un ramo unico di connessione (vedere le tavole allegate **EL.E200.01.00** e **LO.E106.03.00**).

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.8 Progetto elettrico impianto di connessione

Per la connessione del parco alla rete elettrica nazionale il progetto seguirà la soluzione tecnica minima generale fornita da ENEL con il preventivo prot. ENEL-DIS-12/09/2011-1419404. Tale soluzione prevede:

- posizionamento ed allestimento di una nuova cabina di consegna,
- installazione di nuovo scomparto linea nella Cabina Secondaria "Pale Rialto";
- esecuzione di canalizzazione interrata sezione Al 185 mm^2 lunghezza 300 m circa, per connettere la nuova cabina di consegna alla CS "Pale Rialto";
- esecuzione di canalizzazione interrata sezione Al 185 mm^2 lunghezza 500 m circa, per connettere la nuova cabina di consegna alla linea elettrica MT aerea in "elicord" transitante tra la pala WTG01 e la WTG02 del parco "Andrea Quaglia",
- installazione di sezionatore telecontrollato su sostegno esistente della linea MT aerea di cui sopra,
- posizionamento ed allestimento di una cabina di sezionamento sulla linea sotterranea che collega la cabina di consegna del parco "Andrea Quaglia",
- esecuzione del sezionamento della linea MT esistente e della connessione agli scomparti MT presenti nella cabina di sezionamento,
- esecuzione di canalizzazione interrata sezione Al 185 mm^2, lunghezza 4900 m circa, dalla CP AT/MT "FINALE LIGURE" a Via Vene – Calice Ligure nei pressi della cabina DD90-2-060315 "SEGH.STER",
- scollegamento all'interno della cabina DD90-2-060315 "SEGH.STER"della linea MT proveniente dalla CS "Pale Rialto",
- esecuzione della giunzione delle due linee MT, per connettere la CS "Pale Rialto" direttamente dalla CP AT/MT "FINALE LIGURE" ,
- installazione di uno scomparto MT e apparecchiature connesse all'interno di locale MT della CP AT/MT "FINALE LIGURE".

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.9 Dimensioni

2.9.1 Superfici

Le strutture necessarie alla produzione di energia eolica occupano soltanto una piccola parte del territorio interessato, la cui quantificazione resta pertanto di non semplice definizione.

Gli aerogeneratori sono distribuiti sul territorio rispettando le distanze reciproche minime al fine di evitare interferenze aerodinamiche tra loro; per le macchine di cui è previsto l'utilizzo, ed in conseguenza delle caratteristiche del vento, la distanza minima tra un aerogeneratore ed il successivo è superiore ai tre diametri della macchina (che è il requisito di una corretta progettazione eolica), lungo l'asse trasversale alla direzione prevalente del vento, che coincide con la linea di sviluppo del sito.

Per l'impianto in questione si può verificare dal layout (tavola **LO.E106.03.01** allegata), come siano stati rispettati i criteri di progettazione: infatti, le distanze fra gli aerogeneratori, sono superiori al suddetto valore minimo.

Tale condizione che di limitare l'interferenza di scia tra gli aerogeneratori e a limita l'impatto visivo dell'impianto.

Le opere civili connesse occupano le seguenti aree:

- Piste di collegamento: 650 m^2
- Piazzole di montaggio: 2250 m^2
- Piazzole di manutenzione: 675 m^2
- Cabina di cessione a bordo parco MT/MT: 41 m^2

Se si considera, come da cartografia allegata, che l'area complessivamente interessata dal progetto è dell'ordine di circa 9 ha, di tale area le superfici effettivamente impegnate durante la costruzione (piazzole e strade), rappresentano circa il 3.25 %.

In fase di esercizio buona parte di tali superfici verrà restituita agli usi cui era originariamente adibita. L'impegno effettivo è pertanto limitato alle sole basi delle torri ed alle piste non asfaltate di collegamento ed alla cabina di cessione a bordo parco. La superficie a terra complessivamente occupata sarà perciò a regime dell'ordine di 15 are (0.15 ha), cioè pari a circa il 2 % dell'area interessata dal parco eolico. Rispetto all'estensione totale del territorio comunale, l'area occupata dalle attività eoliche a regime risulterà praticamente irrilevante.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.10 Opere di scavo

Le opere di scavo risultano relative in larga misura ai lavori di realizzazione delle platee di fondazione, l'allestimento ed il ripristino delle piste di cantiere e dei piazzali di manovra e le linee elettriche interrate in MT; in particolare, il progetto prevede nel dettaglio l'esecuzione di opere di scavo per circa 2600 m^3 per la realizzazione delle 3 fondazioni e della viabilità di cantiere. Il materiale di risulta scavo sarà re-impiegato per le seguenti lavorazioni:

- ricoprimento delle strutture di fondazione in calcestruzzo armato, ripristinando i declivi originali, il manto erboso, in maniera tale da favorire l'attecchimento delle specie locali e mitigare l'impatto delle opere civili sul sito di intervento e ripristino piazzali e piste di cantiere ad ultimazione lavori;
- regolazione della livelletta stradale della pista di cantiere di accesso alle singole turbine e dei singoli piazzali di stoccaggio/manovra.

A fine lavori, si sarà ottenuto un sostanziale pareggio tra scavi e rinterri, ed eventuali esuberi di materiale inidoneo (per lo più provenienti dallo scavo delle fondazioni), saranno conferiti a discarica autorizzata.

Si sottolinea inoltre che, dall'analisi della vigente normativa in materia di gestione rifiuti e tutela dell'ambiente ed in particolare del D.Lgs. 05 febbraio 1997, n.22 "Attuazione delle direttive 91/156 /CEE sui rifiuti , 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio", del D.M. dell'Ambiente del 05 febbraio 1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli art. 31 e33 del D.Lgs. 22/97 e della Nota del Ministero dell'Ambiente n. UL/2000/10103 del 28 luglio 2000, l'attività di recupero delle terre di scavo prodotte dal cantiere è da ritenersi attività di "Autosmaltimento" di cui all'art.32 del D.Lgs. 22/97 di rifiuti non pericolosi e con riferimento alla Nota del 28 luglio 2000 del Ministero dell'Ambiente "le terre di scavo possono essere riutilizzate direttamente nel sito dove sono prodotte a prescindere dalla loro classificazione giuridica" in quanto le stesse non soddisfano in tale caso la definizione di rifiuto di cui all'art.6 del D.Lgs. 22/97 non ricorrendo né il fatto, né la decisione e né tanto meno l'obbligo di disfarsene. Inoltre, di fatto non viene a determinarsi alcun rischio di trasferimento di inquinamenti in altri siti e quindi non sussistono le esigenze di controllo ai fini della tutela ambientale proprie del regime dei rifiuti.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.11 Opere di regimazione delle acque e di ingegneria ambientale

In riferimento alla regimazione delle acque, le zone maggiormente interessate dalla possibile concentrazione di acque superficiali risultano le piste di cantiere ed i piazzali di manovra.

In linea con le prescrizioni generali del PUC di Rialto, si ritiene che tramite l'adozione di una pendenza laterale minima prevista del 2%, la predisposizione di una cunetta laterale alla sede stradale e l'adozione di una pendenza 3 su 2 per la scarpata di valle in rilevato si possa incanalare le acque meteoriche in fossi di guardia confluenti nei compluvi naturali.

Il ripristino degli impluvi preesistenti consentirà, inoltre, di non ostacolare il normale deflusso del ruscellamento superficiale. Per quanto concerne l'idrografia superficiale della pista di cantiere che, ove necessario, si opterà per il rivestimento delle scarpate con geostuoie a maglia fine ed ad ampia capacità filtrante. A difesa delle strutture di fondazione, su cui sarà installata la torre, saranno effettuato il ricoprimento con terreno vegetale, proveniente dalle operazioni di scotico, che sarà disposto con un angolo tale da garantirne la stabilità e nel contempo il deflusso delle acque nei compluvi naturali ripristinando integralmente le pendenze originali.

Tutte le platee di fondazione dovranno essere ricoperte con manto vegetale, favorendo l'attecchimento delle specie locali; al fine di eliminare l'azione erosiva delle acque saranno eventualmente utilizzate geostuoie facilitando l'attecchimento tramite idrosemina formata da miscuglio di sementi di specie erbacee autoctone. In ogni caso, ove siano previsti rinterri con pendenza significative la protezione superficiale potrà essere coadiuvata con l'utilizzo di geostuoie sintetiche adeguatamente ancorate e/o viminate.

2.12 Produzione e resa energetica

È stato effettuato dalla MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. - SIstemi Ecologici uno studio approfondito sulla base dei dati del vento (vedasi "Studio Anemologico e Produzione Energetica (SA)"), che sono stati raccolti su un arco temporale di 52 mesi, mediante un modello di calcolo specifico per la stima della produzione di energia del parco eolico.

Per avere un riscontro il più possibile attendibile, i dati raccolti sono stati correlati con i dati di lungo periodo provenienti da più stazioni anemometriche: la stazione meteo di Monte Settepani, gestita da ARPAL, ha fornito i dati a partire da giugno 2004; una ulteriore correlazione è stata fatta con i dati provenienti dalla stazione di Madonna della Neve nel comune di Bormida, di proprietà della società SFERA, che ha fornito le rilevazioni per un

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

arco temporale di 12 mesi. Ad ulteriore conferma delle ottime potenzialità eoliche dell'area, è possibile citare il parco eolico di Rialto "Andrea Quaglia" in funzione da ottobre 2010, la cui produzione annua è stata nettamente superiore alla stima effettuata.

Il calcolo della producibilità è stato provato su differenti layout e si sono utilizzate varie tipologie di macchine con curve di potenza differenti.

Il modello di calcolo adottato pone in relazione la curva caratteristica di produzione di un aerogeneratore con i parametri meteorologici **velocità** e **direzione del vento**, e con i parametri caratteristici del sito (densità dell'aria, rugosità del terreno, orografia, ecc.), ed i parametri caratteristici di macchina (altezza mozzo, diametro rotore, curva di potenza ecc.).

Tenendo conto del fatto che tutti gli aerogeneratori di un parco eolico avranno posto nella loro configurazione spaziale, il modello calcola quindi l'efficienza dell'intero parco eolico.

I risultati sono esposti nella relazione "Studio Anemologico e Produzione Energetica (SA)"

2.13 Manutenzione

L'impianto in progetto è dotato di un sistema di collegamento internet con il servizio di assistenza del fornitore. Il monitoraggio è quindi continuo 24 ore su 24, 365 giorni all'anno.

Una centralina programmabile controlla tutte le più importanti funzioni dell'impianto. Il monitoraggio computerizzato prevede il controllo di:

- temperatura
- livello dell'olio
- pressione del sistema frenante
- stato del sistema frenante
- generatore
- vibrazioni al convertitore di energia
- velocità rotazionale
- collegamento alla rete
- velocità del vento
- direzione del vento

Tutte le informazioni numeriche vengono elaborate da un programma dedicato.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2.14 Cessazione dell'attività

Trascorso un numero di anni non inferiore a 20, è possibile che gli aerogeneratori installati non siano più adeguati alla loro funzione, in quanto sostituiti da macchine presumibilmente più avanzate tecnologicamente. È quindi possibile che non vi sia la cessazione dell'attività di produzione di energia elettrica, ma solo la sostituzione/adeguamento degli aerogeneratori con un modello più avanzato che garantisca delle rese migliori.

Premesso che è intenzione della Società proponente mantenere l'impianto eolico in attività attuando la manutenzione programmata degli impianti prevista dal costruttore ed allineandosi con l'evoluzione futura delle fonti di energia rinnovabile al fine di conservare sempre in stato di totale efficienza e competitività l'impianto stesso, oltre la vita media stimata per un impianto eolico di circa 20-25 anni, è però opportuno che nella progettazione di un parco eolico sia prevista la sua dismissione per qualsivoglia motivazione.

La strategia della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. è quella di optare, già a livello di progettazione dell'opera per scelte tecniche e sistemazioni finali di ripristino e recupero ambientale che garantiscano la continuità dell'uso del suolo che caratterizza il paesaggio mantenendo inalterate le caratteristiche geomorfologiche del sito.

I piazzali di installazione delle turbine potranno essere ridotti quasi completamente, mentre, per gli spazi necessari alla manutenzione ordinaria, è prevista una rinaturalizzazione mediante specie vegetali autoctone.

Qualora si renda necessario lo smantellamento del parco eolico, la società proponente prevede di destinare le turbine al mercato dell'usato e di effettuare il ripristino dei luoghi, piazzali e piste di cantiere interessate dallo smantellamento riportando lo stato dei luoghi alla situazione originaria.

Obiettivo dell'eventuale smantellamento del parco eolico è quello di eliminare l'impatto visivo di un eventuale "cimitero eolico".

Lo smantellamento degli aerogeneratori sarà effettuato mediante l'impiego di autogru telescopiche come previsto per le eventuali manutenzioni straordinarie (come indicato nella relazione "Studio Anemologico e Produzione Energetica (SA)" e al punto 5.3.2 della presente relazione).

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

3 GENERALITÀ E DATI TECNICI DEGLI AEROGENERATORI

La scelta della tipologia di macchina è orientata su aerogeneratori di tipo tripala di colore bianco opaco aventi potenza nominale massima di 850 KW, diametro di rotore massimo di 58 metri e massima altezza torre di 65 metri; in particolare si è orientati verso aerogeneratori di marca Enercon modello E53 o Enercon E48, Vestas modello V52 o similari.

Dall'approfondimento dello studio anemologico si valuterà quale generatore risulta più adatto alla tipologia di vento e di conseguenza maggiormente produttivo.

Gli aerogeneratori sono connessi fra loro elettricamente attraverso un cavidotto interrato; all'impianto eolico è associata una cabina di raccolta e consegna che, a sua volta, è connessa alla rete elettrica nazionale.

A titolo di esempio, fra le differenti tipologie di macchine utilizzabili per il Parco Eolico di Rialto 2 (Enercon E53, Enercon E48,Vestas V52 o similari in taglia, dimensione e rendimenti), si sono utilizzati i dati del modello E53 prodotto dalla Enercon, fermo restando che le altre tipologie di aerogeneratori presentano caratteristiche simili.

3.1 Aerogeneratore

Al centro dello sviluppo e della costruzione di tutti gli aerogeneratori c'è l'idea della riduzione al minimo dei carichi. Tutti i componenti delle turbine vengono sviluppati e prodotti di conseguenza. Il risultato è un impianto, che convince tra l'altro, per il basso livello di carichi e la lunga vita tecnica.

Il controllo della potenza con numero di giri variabile permette un funzionamento con rendimento ottimale senza elevati carichi operativi anche nell'ambito di carico parziale ed inoltre impedisce che si creino picchi di potenza indesiderati. In questo modo vengono garantiti un buon rendimento e un'ottima qualità della potenza immessa in rete.

La parte rotante del generatore ad anello e il rotore formano un'unità. Questi componenti sono montati mediante una flangia direttamente sul mozzo, in modo che ruotino con lo stesso basso numero di giri. Poiché vengono eliminate la trasmissione e altre parti rotanti ad alta velocità, si riducono notevolmente le perdite di energia tra rotore e generatore, l'emissione di rumore, l'impiego di olio e l'usura meccanica.

La potenza prodotta dal generatore viene immessa nella rete elettrica attraverso il sistema di allacciamento alla rete; tale sistema di connessione alla rete consiste in un'unità di

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

rettificatore/invertitore (trasformatore), garantisce che venga immessa nella rete elettrica corrente di altissima qualità.

Grazie a questo concetto di collegamento alla rete tramite trasformatore è possibile far funzionare il rotore con numero di giri variabile. Con venti deboli, il rotore ruota lentamente, con venti forti ruota velocemente. Inoltre, le pale del rotore vengono sempre orientate verso il vento in modo ottimale; non ultimo, il numero di giri variabile riduce i carichi causati dalle raffiche di vento.

3.2 Rotore

Le pale del rotore in vetroresina rinforzata (GFK) / resina epossidica influenzano in maniera considerevole il rendimento dell'impianto di energia eolica, nonché l'emissione di rumori. Forma e profilo delle pale del rotore sono state realizzate secondo i seguenti requisiti:

- Alto coefficiente di potenza
- Lunga durata
- Minori emissioni di rumore
- Minori carichi
- Minore impiego di materiale

Le pale del rotore sono state progettate proprio per il funzionamento con un sistema di regolazione variabile delle pale e con un numero di giri variabile. Il loro profilo speciale le rende insensibili alle turbolenze e allo sporco. Un rivestimento della superficie esterna protegge le pale dagli agenti atmosferici. Il materiale a base di poliuretano utilizzato è molto duro, resistente alle abrasioni, agli agenti chimici e alle radiazioni solari. Le tre pale del rotore vengono orientate rispettivamente da sistemi di regolazione indipendenti controllati da microprocessore. L'angolo di pala impostato viene controllato di continuo da un dispositivo di misurazione dell'angolo pala ed i tre angoli della pala vengono sincronizzati gli uni con gli altri. Questo consente di regolare l'angolo della pala in modo veloce e preciso in base alle condizioni del vento.

3.3 Generatore

Il generatore ad anello viene azionato direttamente dal rotore (dalle pale del rotore). Grazie alla bassa velocità di rotazione e al grande diametro del generatore, il livello di temperatura durante il funzionamento è relativamente basso e costante. Poche oscillazioni di temperatura

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

durante il funzionamento e poche variazioni di carico riducono notevolmente le tensioni meccaniche e la conseguente usura del materiale del generatore e del materiale isolante. Il numero di giri variabile e il collegamento alla rete elettrica attraverso convertitori riducono, inoltre, i picchi di coppia.

3.4 Unità di immissione in rete

Il generatore ad anello è collegato alla rete attraverso l'unità di immissione in rete. Questo sistema consiste fondamentalmente in un rettificatore, un circuito intermedio di corrente continua e degli invertitori modulari. L'unità di immissione in rete – così come l'eccitazione del generatore e il sistema pitch – viene regolata dal sistema di controllo in funzione delle richieste di massimo rendimento energetico e alta compatibilità con la rete.

Con questo collegamento ”elastico“ tra il generatore ad anello e la rete è possibile trasmettere la potenza prodotta in modo ottimale. Contemporaneamente si limitano retroazioni indesiderate tra il rotore e la rete elettrica in entrambe le direzioni. Cambiamenti improvvisi della velocità del vento risultano in un cambiamento controllato della potenza immessa nella rete. In modo analogo, eventuali guasti della rete elettrica non hanno praticamente alcun effetto sul lato meccanico. La potenza immessa in rete può essere regolata in modo preciso tra 0 KW e 800 KW.

A seconda della configurazione dell'impianto sono a disposizione otto o nove moduli di convertitori identici. Ai morsetti dell'impianto sul lato di bassa tensione questi immettono nella rete corrente trifase. Normalmente un trasformatore varia la tensione da 400V o 690V nella media tensione desiderata (in questo caso 15000V) direttamente nell'aerogeneratore.

Con la tecnica dei convertitori l'impianto di energia eolica funziona come fonte di corrente controllata. Finché ai morsetti dell'impianto la tensione rimane all'interno dei valori limite consentiti, i convertitori immettono sempre una corrente simmetrica e di forma sinusoidale. La tensione ai morsetti dell'impianto viene influenzata da questa immissione, ma non controllata attivamente.

3.5 Sistema di sicurezza

Il sistema di sicurezza garantisce un funzionamento sicuro dell'impianto secondo le direttive delle norme internazionali e degli enti di collaudo indipendenti.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

3.6 Sistema frenante

Durante il funzionamento gli impianti di energia eolica vengono frenati solo in modo aerodinamico regolando le pale del rotore nella posizione della banderuola. A questo servono i tre motori pitch indipendenti che mettono le tre pale del rotore nella posizione di banderuola in pochi secondi ("fuori dal vento"). La velocità dell'impianto si riduce senza caricare ulteriormente il tratto della trasmissione. Per portare la velocità del rotore ad un livello di sicurezza sarebbe sufficiente portare fuori dal vento solamente una delle tre pale del rotore.

Anche con impianto spento, il rotore non si arresta, bensì continua a girare al minimo. Il rotore ed il tratto della trasmissione rimangono praticamente senza carico. Durante il funzionamento a folle i cuscinetti vengono sollecitati meno che con il rotore bloccato.

L'arresto completo del rotore avviene solo per scopi di manutenzione ed azionando il pulsante di **Arresto di Emergenza**. In tal caso viene utilizzato un freno supplementare che si attiva soltanto quando il rotore è già stato frenato parzialmente con il dispositivo di regolazione delle pale; il blocco rotore viene inserito solo manualmente come sicurezza finale per scopi di manutenzione. In casi di emergenza (ad es. in caso di mancanza di tensione nella rete elettrica), ogni pala del rotore viene portata nella posizione della banderuola tramite un'unità di regolazione di emergenza a batteria. Lo stato di carica e la disponibilità delle batterie sono garantiti da un caricabatteria automatico. L'attivazione del dispositivo di regolazione delle pale tramite le unità di regolazione di emergenza avviene in modo sincrono attraverso un collegamento elettromeccanico.

3.7 Impianto di terra

Tutti gli aerogeneratori, le cabine, le strutture metalliche, ivi comprese le armature delle fondazioni, verranno messe a terra tramite anello realizzato con corda di rame da 50 mm^2 avente conduttori elementari di sezione non inferiore a 1.8 mm^2, e con dispersori a picchetto indicativamente di lunghezza 4 m e diametro 14 mm. Tutte le dimensioni saranno definite in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

Il collegamento di terra delle masse ai dispersori avverrà tramite dei collettori generali di terra cui fanno capo i conduttori di protezione.

L'impianto di terra della cabina MT/MT sarà realizzato con rete magliata e con tutte le prescrizioni atte ad eliminare la presenza di tensioni di passo e di contatto pericolose.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

3.8 Sistema parafulmine

L'aerogeneratore è dotato del sistema parafulmine che devia con elevatissima probabilità eventuali fulmini senza che l'Impianto venga danneggiato.

La punta delle pale è fatta di una fusione di alluminio, i bordi anteriori e posteriori delle pale sono dotati di profili in alluminio collegati tramite un anello di alluminio nella zona di raccordo della pala. Un fulmine viene scaricato in tutta sicurezza da questi profili e la corrente del fulmine viene deviata mediante spinterometri e conduttori fino al suolo intorno alle fondamenta. Anche nella parte posteriore del rivestimento della navicella è stato collocato un parafulmine dal quale la corrente dei fulmini viene deviata al suolo.

Nel caso di lampi o di aumenti inconsueti di tensione (sovratensione), l'intero impianto elettrico ed elettronico viene protetto da componenti fissi ad assorbimento di energia. Tutti i componenti dell'impianto a conduzione elettrica sono collegati alla barra equipotenziale con sezioni sufficienti. Sul collegamento principale dell'impianto sono stati installati altri scaricatori di sovratensione, messi a terra a bassa impedenza.

L'elettronica dell'impianto è isolata elettricamente e si trova in box metallici. Il sistema di monitoraggio a distanza viene protetto da uno speciale modulo di protezione per l'interfaccia dati.

3.9 Sistema dei sensori

Un articolato sistema di monitoraggio garantisce la sicurezza dell'impianto. Tutte le funzioni di sicurezza (ad esempio la velocità rotore, le temperature in determinati punti dell'impianto, i carichi, le oscillazioni, le vibrazioni indotte, ecc…), vengono controllate elettronicamente e, dove necessario, in aggiunta da sensori meccanici con accesso sovra ordinato. Se uno dei sensori registra una grave anomalia, allora l'impianto si arresta immediatamente.

3.10 Controllo del funzionamento

Il dispositivo di regolazione si basa su un sistema di microprocessori che controlla tramite sensori tutti i componenti dell'impianto e dati come la direzione e la velocità del vento, adeguando di conseguenza il funzionamento.

Se nei tre minuti successivi viene rilevata una velocità del vento sufficiente al funzionamento dell'impianto, quest'ultimo si avvia automaticamente. Se viene raggiunto il limite inferiore dell'intervallo del numero di giri, inizia l'erogazione di potenza alla rete. All'avvio non si

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

manifestano elevate correnti di accensione grazie al collegamento alla rete attraverso circuiti intermedi di corrente continua e convertitori.

Il numero di giri, l'emissione di potenza e l'angolo delle pale vengono continuamente adeguati alle condizioni del vento. La potenza elettrica viene regolata tramite il sistema di eccitazione del generatore. Anche al di sopra della velocità nominale del vento, il numero di giri viene mantenuto al valore nominale regolando l'angolo di pala. Se viene superata la velocità media del vento di 25 m/s nella media dei 10 minuti o un valore di picco di 30 m/s, l'impianto si arresta. L'impianto si riavvia quando si resta in modo continuativo al di sotto della velocità del vento di fermo. Anche ad impianto spento, il rotore gira alla velocità minima.

3.11 Yaw Control

I generatori sono dotati di un anemometro combinato installato sulla parte superiore della navicella. L'anemometro combinato è costituito da uno strumento a banderuola per il rilevamento continuo della direzione del vento e da uno strumento per la misurazione della velocità del vento.

Direttamente sulla parte superiore della torre viene fissato il cuscinetto yaw con una corona dentata a dentatura esterna. Il cuscinetto yaw consente all'impianto di girare e quindi di orientarsi verso il vento. Nella corona dentata si innestano i motori che servono per orientare la navicella verso il vento. Anche il peso della navicella viene scaricato nella torre attraverso il cuscinetto yaw. Il main carrier è fissato direttamente sul cuscinetto yaw.

Lo yaw control si attiva già al di sotto della velocità del vento di accensione di 2 m/s. Anche quando l'impianto è spento, ad es. a causa di elevate velocità del vento, è orientato verso il vento. L'angolo e il periodo di calcolo della media dipendono dalla velocità del vento e/o dalla potenza dell'impianto.

L'operazione di orientamento è impostata contando i giri del motore di regolazione e controllando la compatibilità del tempo di regolazione necessario. Se il sistema di controllo rileva irregolarità dello yaw control o dello svolgimento dei cavi (vedi paragrafo seguente), avvia la procedura di arresto dell'impianto.

Svolgimento dei cavi elettrici e di controllo

I cavi di potenza e di controllo che si trovano all'interno della torre vengono fatti passare dalla navicella attraverso un rullo deflettore e di seguito fissati alla parete della torre. I cavi

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

hanno abbastanza libertà di movimento, per permettere alla navicella di girare più volte nella stessa direzione intorno al proprio asse. Durante la rotazione i cavi si intrecciano lentamente. Il dispositivo di regolazione fa in modo che i cavi intrecciati vengano svolti automaticamente. Se i cavi si sono intrecciati di due o tre rotazioni, il dispositivo di regolazione sfrutta il successivo periodo di poco vento per svolgere i cavi. Se questo non dovesse essere possibile a causa delle condizioni del vento e se i cavi hanno fatto più di tre giri, l'impianto si ferma e i cavi sono svolti indipendentemente dalla velocità del vento. Lo svolgimento dei cavi dura circa mezz'ora. Dopo lo svolgimento dei cavi, l'impianto riparte automaticamente.

3.12 Sistema di controllo

3.12.1 Intervento dei sensori di sicurezza

Come reagisce l'impianto all'intervento dei singoli sensori viene spiegato nei seguenti paragrafi. Se ha reagito un sensore di sicurezza, innanzitutto l'Impianto dà il via ad un arresto automatico. Il tipo di arresto e se ci sarà un riavvio dipendono dal tipo di anomalia.

Eventuali guasti dell'impianto vengono visualizzati nel display. Le anomalie secondarie possono essere resettate premendo il tasto **Reset Guasto** dopo aver eliminato la causa. Dopo aver premuto questo tasto, l'impianto riprende a funzionare automaticamente. Alcune anomalie possono essere eliminate e resettate solo dal servizio di assistenza. Sul display lampeggia il rispettivo messaggio di status.

3.12.2 Avvio dell'impianto

Se non diversamente specificato, queste informazioni valgono sia per l'avvio dopo un arresto automatico, sia per la messa in funzione dopo aver azionato l'interruttore di start/stop.

3.12.3 Funzionamento normale

Al termine della procedura di avvio l'impianto di energia eolica funziona in modalità normale. Durante il funzionamento vengono controllate di continuo le condizioni del vento, vengono ottimizzate la velocità del rotore, l'eccitazione e la potenza del generatore, viene adeguata la posizione della navicella alla direzione del vento e vengono rilevati tutti gli stati dei sensori. In caso di elevate temperature esterne e contemporaneamente di alte velocità del vento si attiva anche il sistema di raffreddamento del generatore.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

3.12.4 Funzionamento con carico parziale

Durante il funzionamento con carico parziale vengono adeguate continuamente la velocità e l'erogazione di potenza alle condizioni del vento. Nell'area superiore di carico parziale le pale del rotore vengono spostate di qualche grado per evitare lo stallo della corrente d'aria (effetto di perdita aerodinamica).

Con l'aumentare della velocità del vento aumentano la velocità del rotore e la potenza erogata.

3.12.5 Funzionamento a folle

Quando l'impianto si ferma (ad es. a causa di mancanza di vento o di guasti), le pale del rotore di solito si trovano a 60° rispetto alla posizione di funzionamento. L'impianto gira al minimo. Se si supera questa velocità (circa 3 g/min), le pale del rotore vengono spostate in direzione della banderuola (circa 90°). Questa modalità operativa viene denominata "Funzionamento a folle". Il funzionamento a folle riduce i carichi e consente di riavviare l'impianto in tempi brevi. Il motivo dell'arresto dell'impianto e/o del funzionamento a folle viene visualizzato dal messaggio di status.

3.12.6 Arresto automatico

Gli impianti di energia eolica vengono frenati durante il funzionamento automatico solo in modo aerodinamico regolando le pale del rotore. La regolazione delle pale del rotore riduce le forze di spinta aerodinamica e il rotore viene frenato. I dispositivi di regolazione delle pale sono in grado di portare le pale fuori dal vento e/o in posizione banderuola entro pochi secondi.

La turbina si ferma automaticamente anche in caso di determinati guasti o condizioni di funzionamento o condizioni di vento. In caso di alcuni guasti si verifica un arresto veloce attraverso i dispositivi di alimentazione di emergenza delle pale. Altri guasti portano ad un fermo normale dell'impianto.

Secondo il tipo di anomalia, è possibile un riavvio automatico dell'impianto. In ogni caso, i convertitori sono staccati elettricamente dalla rete durante la procedura di arresto.

3.12.7 Arresto manuale

È possibile fermare i generatori manualmente con il sistema di controllo che porterà le pale rotore "fuori dal vento" e l'impianto girerà per inerzia sino all'arresto. Durante questa

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

operazione il freno rotore non viene azionato e lo yaw control resta in funzione in modo che il generatore può continuare a orientarsi verso il vento in modo ottimale.

Arresto manuale in situazioni di emergenza

Se persone o componenti dell'impianto sono in pericolo, è possibile fermare l'impianto velocemente premendo il pulsante di **Arresto di Emergenza**. Premendo il pulsante si avvia un arresto di emergenza immediato del rotore con la regolazione rapida delle pale attraverso le unità di regolazione di emergenza delle pale e attiva il freno. Contemporaneamente si inserisce il freno meccanico. Tutti i componenti continuano ad essere alimentati.

I pulsanti sono a innesto (a fungo) e devono essere riportati nella posizione originaria tirandoli quando l'impianto deve essere riavviato e non sussiste più alcuna situazione di emergenza.

3.12.8 Mancanza di vento

Quando l'impianto è in funzione e la velocità del rotore si riduce troppo a causa della mancanza di vento, l'impianto viene portato a folle regolando lentamente le pale del rotore in direzione 60°. L'impianto riprende a funzionare automaticamente quando si raggiunge la velocità del vento di avvio.

Se, a causa delle basse temperature (< 3°C), è possibile che ci sia ghiaccio sull'anemometro, in assenza di vento, l'impianto controlla, a condizione che la banderuola sia in funzione, con un tentativo di avvio ogni ora, se la velocità del vento è sufficiente. Se l'impianto si avvia ed eroga potenza, passa nella modalità di funzionamento normale. In questo caso la registrazione esatta della velocità del vento non funziona, in quanto il sensore ghiacciato non trasmette dati corretti.

3.12.9 Tempesta

Con una velocità del vento superiore a 25 m/s, l'impianto non si avvia da fermo o dal funzionamento a folle. Se la velocità media del vento supera 25 m/s o se si supera un valore di picco di 30 m/s, la modalità di funzionamento automatico viene terminata. Quindi un anemometro ghiacciato non costituisce un rischio per la sicurezza. In ogni caso, l'impianto passa alla modalità di funzionamento a folle.

I componenti degli aerogeneratori, come ad es. le pale del rotore, la navicella, la torre e le fondamenta, sono stati progettati con adeguati fattori di sicurezza in modo da resistere alle velocità del vento su menzionate.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

3.13 Torre

Le torri eoliche offrono, con la loro concezione dinamica di carico del materiale e della loro struttura, le migliori condizioni per il trasporto, per il montaggio e per l'utilizzo. Oltre alle normative vincolanti nazionali ed internazionali relative alla costruzione delle torri (per es. DIN ed Eurocode), le ditte introducono nuovi standard sui loro prodotti riguardo alla qualità ed alla sicurezza.

Già durante la fase di progettazione vengono elaborati modelli virtuali tridimensionali con il metodo degli elementi finiti (FEM). Su questi modelli vengono effettuati test di resistenza in cui vengono simulate tutte le situazioni critiche che un impianto di energia eolica potrebbe sopportare nella realtà. In questo modo, prima della costruzione di un prototipo, precise previsioni sulla stabilità e la durata di utilizzo non vengono lasciati al caso. La valutazione di ulteriori misurazioni effettuate sugli impianti già esistenti permette un'ulteriore verifica dei dati rilevati. I risultati degli organismi di certificazione, degli istituti di ricerca e degli uffici di ingegneria appositamente incaricati confermano i calcoli precedentemente realizzati.

Anche dell'estetica viene presa in considerazione: strutture alleggerite con angoli di diversa inclinazione sono il risultato di un programma perfettamente elaborato dal punto di vista ottico e non hanno più molto in comune con le tradizionali costruzioni cilindriche imponenti e massicce.

Le torri in acciaio sono fabbricate in più sezioni tubolari separate; come tecnica di giunzione vengono usate i giunti a flangia L, che non danneggiano i componenti. In confronto ai giunti a flangia convenzionali (usati per es. nella costruzione dei camini d'acciaio) nel giunto a flangia L, la saldatura è situata al di fuori del campo di tensione. Altri vantaggi di questa tecnica di giunzione sono:

- eliminazione del complesso lavoro di saldatura sul cantiere di lavoro;
- montaggio rapido e sicuro secondo i più alti criteri di qualità;
- perfetta protezione anticorrosiva eseguita alle migliori condizioni.

Nelle torri in acciaio più basse, per la loro circonferenze relativamente ridotta, sono utilizzati i cosiddetti tirafondi come giunzione alle fondazioni. Essi sono formati da numerose cremagliere in acciaio che sono posizionate in due file circolari. L'esatta posizione delle singole cremagliere viene assicurata tramite una matrice ad anello, che corrisponde alle esatte dimensioni della flangia della torre.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Dopo la realizzazione delle fondamenta, la sezione inferiore della torre viene posata sui tirafondi che fuoriescono dalla superficie del calcestruzzo e imbullonata. Il fissaggio alle fondamenta delle torri più alte viene effettuato attraverso una sezione realizzata appositamente. Il componente cilindrico viene posto sopra il cosiddetto strato di protezione prima del getto di calcestruzzo e viene orientato con precisione millimetrica tramite bulloni di allineamento. Il collegamento fra la torre e la sezione fondamenta avviene dopo la realizzazione delle fondamenta attraverso un giunto a flangia.
Come tutti gli altri componenti dell'aerogeneratore, anche le torri in acciaio sono garantite dalle severe norme di qualità.

3.14 Montaggio della torre e dell'aerogeneratore

L'installazione della torre e dell'aerogeneratore prevede due fasi di lavoro:

- **Fase 1**: Montaggio delle parti della torre fornite, mediante connessione dei giunti alla flangia della torre. Le torri sono composte ognuna da 3 sezioni in acciaio.
- **Fase 2**: Pre–montaggio dei componenti dell'impianto forniti e successivo montaggio dell'aerogeneratore.

Per le suddette fasi di lavoro è necessaria una gru dalle seguenti caratteristiche:

Oggetto	Torre in acciaio da 55-65 m
Tipo di gru	500t gru telescopica
Lunghezza dispositivo di base	20.0 m
Larghezza dispositivo di base	3.0 m
Carreggiata	3.0 m
Base d'appoggio	10.0 m x 10.0 m
Sbraccio forzato	17.0 m

La base di appoggio definisce la superficie interna ai quattro cilindri d'appoggio singoli.
Lo sbraccio forzato definisce la distanza minima del gancio della gru rispetto al perno centrale della piattaforma girevole della gru.
Esempio: in caso di sbraccio forzato di 17.0 m, la distanza della ralla gru dal centro della fondazione è di almeno 17.0 m .

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

3.14.1 Montaggio della gru telescopica

Prevede le seguenti fasi di lavoro:

- arrivo della gru sulla piazzola di montaggio;
- orientamento della gru verso il punto centrale dell'impianto, tenendo conto dello sbraccio forzato;
- arrivo di circa 5 camion per il trasporto degli accessori della gru telescopica con falcone, stabilizzazione della gru nell'area della piazzola, utilizzando piastre di ripartizione del carico e montaggio dei bracci.

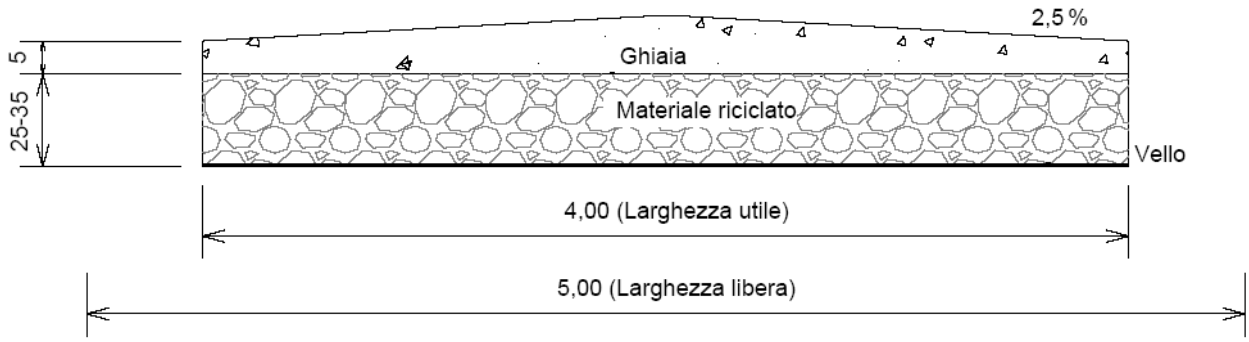
Durante la fase di montaggio, il braccio della gru telescopica viene allungato di circa 20.0m con una punta a traliccio rigida; in seguito il braccio telescopico viene allungato per raggiungere l'altezza di montaggio necessaria.

3.14.2 Vie di accesso

Strade, ponti e vie di accesso devono essere realizzati in modo da risultare transitabili da parte di mezzi adibiti al trasporto di merci pesanti con un carico massimo per asse di 12 t ed un peso totale massimo di 120 t; l'accesso deve essere sempre garantito. In caso di scostamenti, si dovrà informare il responsabile di progetto competente.

Requisiti minimi per le vie di accesso	
Larghezza utile del piano stradale	4.00 m
Larghezza libera	5.00 m
Altezza libera	4.60 m
Larghezza del piano stradale in curva	5.50 m
Raggio di curvatura esterno	28.0 m
Pendenza in salita/discesa in caso di strato non-coerente	7 %
Ostacolo all'interno / esterno della curva	Nessuno
Pendenza in salita/discesa in caso di strato coerente	12 %
Altezza libera dal suolo dei mezzi di trasporto	0.15 m
Assorbimento di un carico assiale	fino a 12 t
Assorbimento di un peso totale	fino a 120 t
Verifica della portata dei ponti, di passaggi e intubamenti	120 t
Verifica delle distanze rispetto a fossi, avvallamenti e corsi d'acqua	
Verifica delle distanze rispetto ai sottoservizi	

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.



Esempio per la costruzione delle vie di accesso – Fonte: Enercon

Attenzione: La struttura sopra descritta è solo un esempio di fondo con una portata media. In presenza di un sottofondo soffice (terreno paludoso, ecc.), può essere necessario uno scavo maggiore, insieme all'eventuale inserimento di geogriglie e/o di ghiaia. Quest'ultimo non sembra essere il caso di Rialto e, in ogni caso, prima dell'inizio dei lavori, gli interventi saranno concordati con la ditta che effettuerà i trasporti.

3.14.2.1. Portata delle vie di accesso

Nei terreni incoerenti è raccomandabile l'uso di un geotessile o di una geogriglia per ottenere una migliore distribuzione del carico sul sottofondo delle vie di accesso. Si incrementa così anche la durata e la resistenza delle vie di accesso.

Durante la fase di montaggio devono essere effettuate prove di pressione delle piastre di carico per poter certificare la portata richiesta.

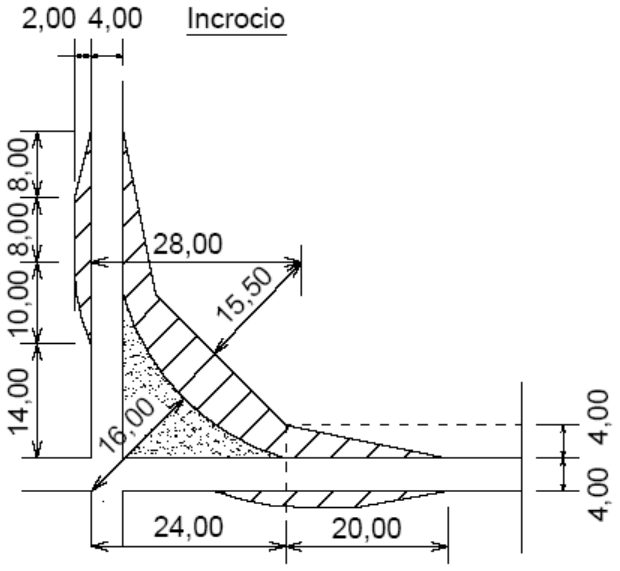
3.14.2.2. Requisiti minimi per incroci e curve

Rispetto all'incrocio, nella curva è necessario un grado di rinforzo minore, in quanto viene meno il riempimento nell'angolo.

3.14.2.3. Incrocio

Negli incroci esistenti si deve scegliere la soluzione costruttiva raffigurata negli sketch per gli incroci. L'area punteggiata deve essere stabile; in caso contrario, occorre rinforzarla. Le superfici ombreggiate devono essere libere da ostacoli, in quanto queste aree vengono ricoperte dal carico dei trasporti (le pale dei rotori vengono, per esempio, trasportate con uno sbalzo di 7.00 m sulla parte posteriore del mezzo).

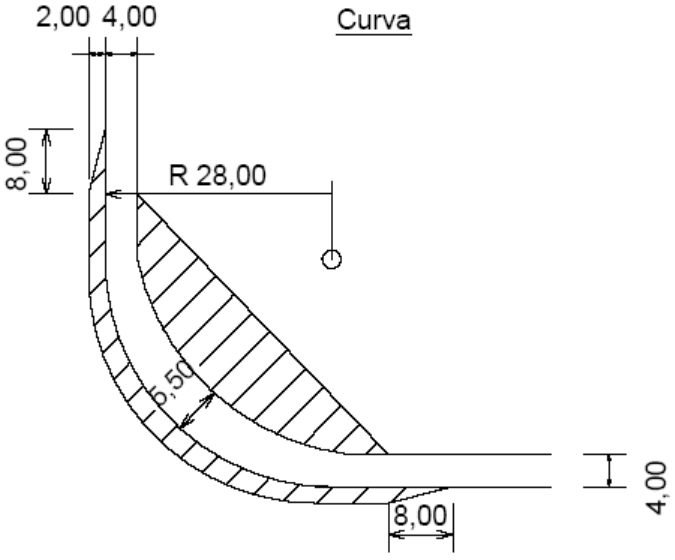
Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.



Area di manovra mezzi su incrocio – Fonte: Enercon

3.14.2.4. Curva

Nelle vie di accesso da costruire, all'interno delle curve occorre scegliere la soluzione costruttiva raffigurata negli sketch per le curve. Le aree ombreggiate devono essere libere da ostacoli, poiché queste aree vengono ricoperte dal carico dei trasporti.

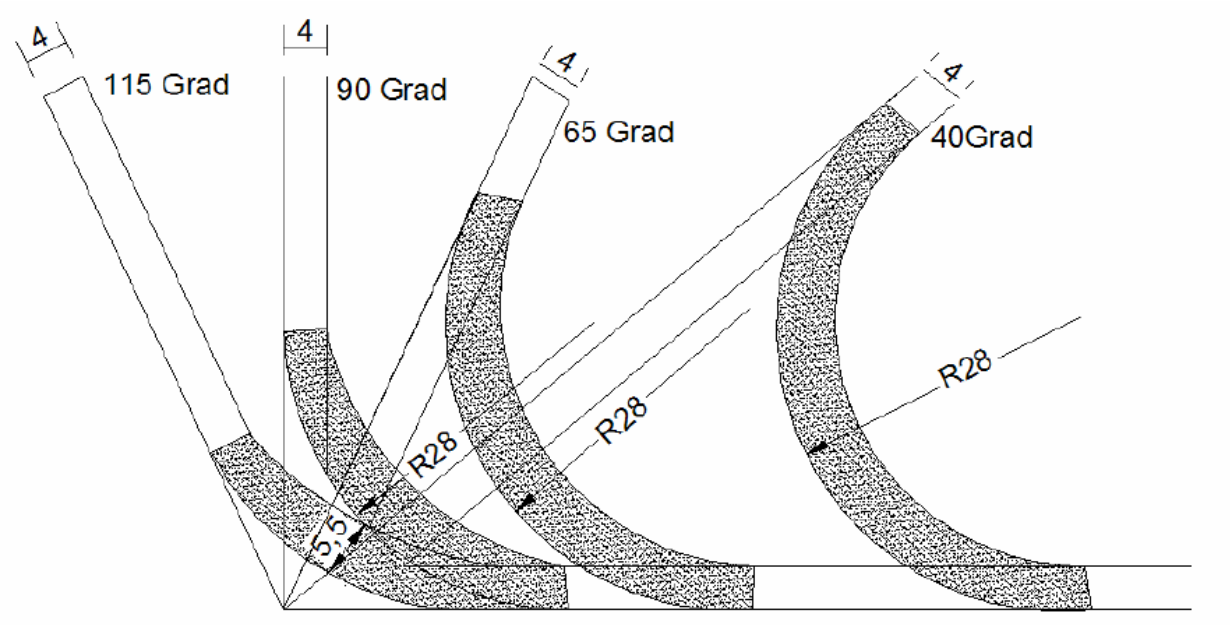


Area di manovra mezzi in curva – Fonte: Enercon

3.14.2.5. Raggi di curvatura < 90 gradi

Per le curve con angolo < 90 gradi, occorre assicurarsi che il gomito si sposti verso l'esterno e che l'area della larghezza necessaria di 5.50m del piano stradale aumenti (vedi marcatura). Anche qui vengono ricoperte zone nell'area interna ed esterna della curva

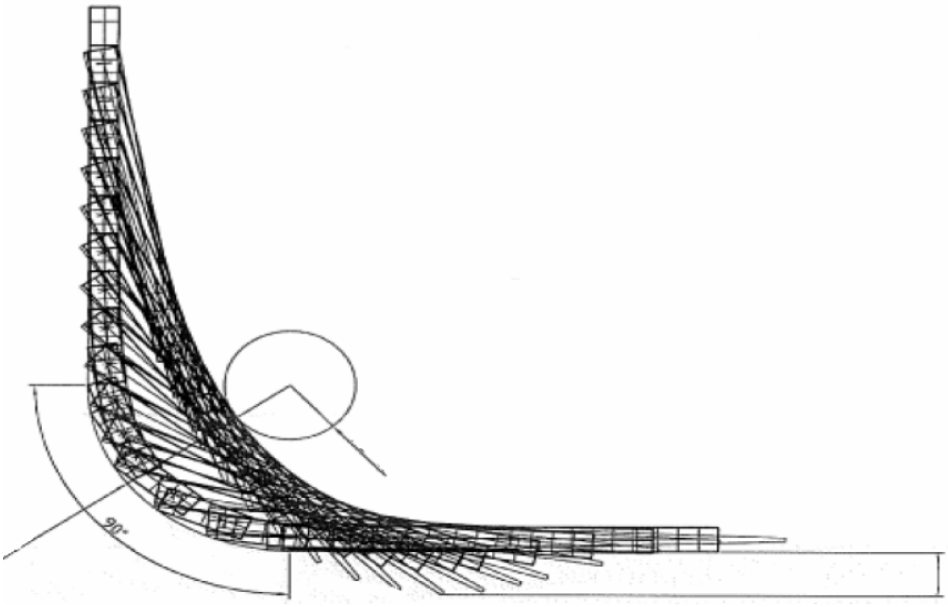
Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.



Area di manovra mezzi in curve con raggi di curvatura differenti – Fonte: Enercon

3.14.2.6. Tenuta di strada dei veicoli in curva

Nella figura seguente viene rappresentata, a titolo di esempio, la percorrenza in curva di un trasporto di pale.



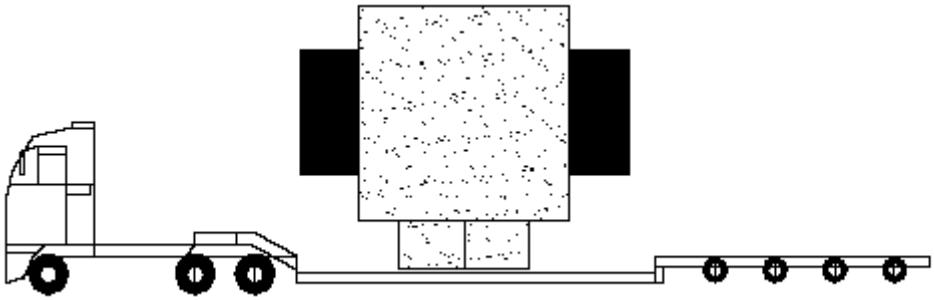
Percorso in curva di un trasporto di pale – Fonte: Enercon

3.14.2.7. Trasporto e logistica

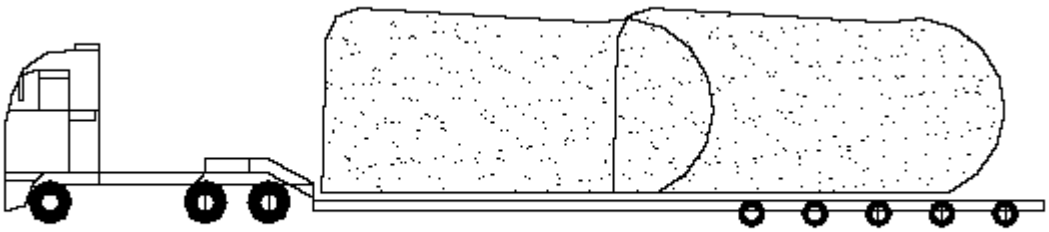
Essenzialmente i mezzi di trasporto non devono superare un carico massimo per asse pari a 10 t. Un trasporto con un peso effettivo totale di 100 t ha quindi almeno 10 assi.

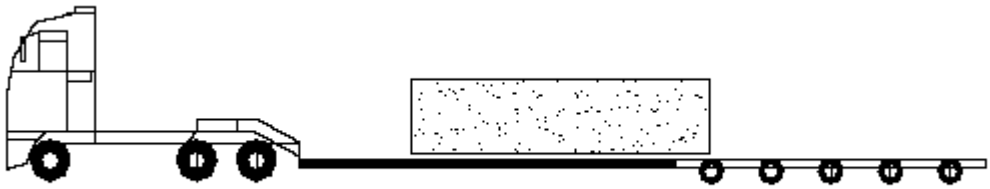
Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

3.14.2.8. Automezzi a rimorchio ribassato



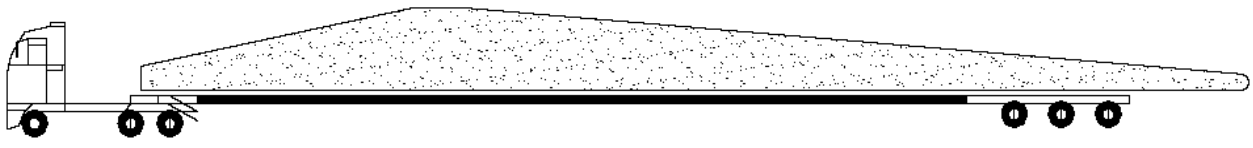
3.14.2.9. Semirimorchi

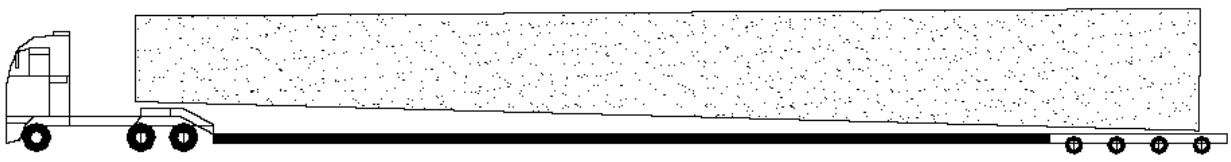




3.14.2.10. Veicoli di adattamento

I veicoli sono parzialmente variabili in lunghezza e in larghezza e possono essere fatti rientrare di alcuni metri, una volta scaricati.





Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4 FASE DI CANTIERE

4.1 Programmazione Lavori

La fase di costruzione dell'opera, una volta ottenute le necessarie autorizzazioni, sarà molto breve, in quanto gli aerogeneratori, saranno trasportati in pezzi singoli, che, una volta arrivati in sito, dovranno essere soltanto montati mediante le gru dell'autotrasportatore. Il tempo di montaggio è stimato in una settimana per aerogeneratore, dopo, aver, ovviamente, predisposto, l'area di cantiere.

Maggior tempo richiederà, infatti, la predisposizione delle aree e delle piste di cantiere, e soprattutto la realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori, per la cui descrizione si rimanda al progetto elaborato ed al cronoprogramma dei lavori allegato che costituisce un'ipotesi indicativa di sviluppo del progetto.

Si stima che, una volta conseguite le necessarie autorizzazioni, la tempistica di realizzazione dell'impianto eolico, sia di circa 6 mesi.

Le opere di allestimento delle piste di cantiere e dei piazzali di manovra consistenti in opere di scavo, riporto e opere di regimazione delle acque (di seguito identificate come impianto cantiere) risultano dimensionate in conseguenza del fatto che la viabilità di accesso al sito risulta di circa 162 m da realizzare ex-novo.

Una volta ultimata la viabilità di cantiere, sarà avviata la realizzazione delle fondazioni delle turbine e, in seguito, delle piazzole di montaggio.

Si evidenzia l'alternarsi, per ogni singolo sito di installazione delle turbine, delle squadre adibite ai lavori di fondazione ed alle opere in cemento armato senza sovrapposizione di fasi lavorative su uno stesso sito.

Se nell'indagine geotecnica finale, mediante carotaggio puntuale, si mette in evidenza la necessità di effettuare fondazioni palificate, si adotteranno tutti gli accorgimenti per ridurre l'impatto dell'intervento, sia in termini ambientali che di tempistica.

Si precisa che, nell'eventualità di palificate, per attenuare l'impatto sul sottosuolo, le perforazioni avverranno con roto-percussione con circolazione di aria compressa e che la successiva iniezione del micropalo sarà effettuata con malta cementizia a pressione controllata che, vista l'assenza di falda, non potrà impattare con l'acquifero sottostante.

L'eventuale sfrido di malta cementizia sarà trattata con i consueti accorgimenti degli sfridi delle opere in cemento armato e in conformità alla legislazione vigente in materia di rifiuti.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Ultimata la realizzazione delle fondazioni delle turbine, si darà inizio ai lavori di realizzazione delle linee interrate MT di collegamento delle singole turbine al punto di consegna alla rete al fine di poter procedere al loro allestimento ed al loro avviamento in tempi ristretti.

L'allestimento degli impianti eolici consistente nel montaggio e nell'erezione di ogni singola turbina sarà effettuata da ditta specializzata fornitrice delle turbine; è prevista circa una settimana lavorativa per ciascun impianto (in assenza di condizioni meteo avverse, in particolare forte vento, tale da ostacolare le operazioni di movimentazione della gru).

Partendo dalla turbina 4, trascorsi i 28 giorni dal getto delle fondazioni e procedendo in modo da non creare fermi di cantiere all'autogru, si procederà quindi all'allestimento delle turbine 5 e 6 in funzione dell'ultimazione dei lavori di esecuzione delle fondazioni di ciascuna; terminata l'installazione degli aerogeneratori si darà inizio ai lavori di recupero ambientale e ri-naturalizzazione.

Per la posa della linea elettrica interrata in MT lungo la Strada Provinciale n. 17, dalla cabina ENEL denominata DD90-2-060315, sita in località Santa Libera del comune di Calice Ligure, sino alla sottostazione MT/AT in prossimità di Finale Ligure (sviluppo stimato in circa 5 Km), i lavori dovranno essere eseguiti mediante realizzazione di scavi a sezione ristretta in sedime stradale o in terreno di qualsiasi natura, da eseguire a mano o a macchina, compresa l'eventuale incidenza di roccia da effettuarsi a mano, con demolitore meccanico.

La dimensione utile dovrà essere idonea per interramento del cavidotto a profondità 1.2 m. La larghezza scavo risulterà variabile da 40 a 60 cm in funzione del numero delle tubazioni interrate. Inoltre, si dovrà prevedere il riempimento dello scavo secondo quanto previsto dai regolamenti provinciali e comunali. Eventuale materiale di risulta eccedente o di scarto dovrà essere trasportato a discarica autorizzata. Viene previsto il ripristino manto stradale, bordonali, canali di scolo, rii raccolta acqua e quanto altro per il ripristino della situazione preesistente, compresi eventuali impianti, segnaletiche, ecc.

Le opere di scavo prevedranno la fornitura e posa di tubazione interrata tipo cavidotto corrugato, liscio interno, diametro 160 mm, colorazione distintiva rossa, in PVC, conforme alle normative CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Al fine di garantire l'agevole infilaggio dei cavi e la loro ispezionabilità, dovrà essere prevista la fornitura e posa in opera di pozzetti rompitratta di dimensioni utili 50x50 cm, tipo carrabile, con coperchio in ghisa D 400, drenabile, con raccordi per tubazione interrata.
La posa dei pozzetti dovrà avvenire secondo il progetto esecutivo che sarà successivamente predisposto ed ogni qualvolta la tecnica di regola d'arte lo richieda in funzione delle distanze, dislivelli, giunzioni cavi, curvature, intercettazioni cavi, attraversamenti passaggi, percorsi tracciati, strade.
I mezzi di cui è previsto l'utilizzo risultano i seguenti, distinti per fasi di lavoro:

DESCRIZIONE FASI	**MEZZI IMPIEGATI**
Impianto di cantiere: allestimento piste di cantiere; regimazione delle acque; formazione piazzale di manovra e stoccaggio materiali	Escavatore da 35t , Apripista da 25t con Ripper (per eventuale scasso roccia), Rullo 10t
Realizzazione fondazioni (3 turbine)	
Scavi	Escavatore da 30t, Escavatore da 20t con martello demolitore (eventuale)
Perforazioni + Iniezioni	Perforatrice idraulica tipo C6, Impianto confezionamento miscela di iniezione, Iniettore, Compressore, Autocisterna
Getto CLS	Autobetoniere e Pompe, Autogru da 30t
Allestimento impianti eolici	Gru Telescopica
Scavi linee interrate di allacciamento alla rete	Escavatore da 20t
Sistemazione e ripristini viabilità	Escavatore da 20t, Rullo

Sarà obbligo dell'impresa esecutrice i lavori osservare tutte le prescrizioni in materia di salute e sicurezza dei lavoratori, mediante l'impiego di mezzi ed attrezzature conformi alle vigenti normative ed uno specifico Piano di Sicurezza e Coordinamento, che dovrà essere redatto da parte del proponente l'opera.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.2 Dimensioni e caratteristiche delle aree di cantiere

È necessario anzitutto premettere che l'intero parco eolico, costituito da 3 aerogeneratori, occupa porzioni di terreno molto ristrette della località Pian dei Corsi, nel comune di Rialto, dato il loro sviluppo unicamente verticale e l'estrema compattezza di layout.

Anche le aree di cantiere puntuali avranno estensioni ridotte, in quanto gli aerogeneratori arriveranno smontati, in tre pezzi per quanto riguarda la torre a cui vanno aggiunte la navicella e le pale del rotore, ed il loro innalzamento avverrà mediante l'impiego di una gru telescopica posizionata lateralmente fino ad una distanza di 15-17 metri dal picchetto di posizionamento degli aerogeneratori.

Le aree di cantiere puntuali a servizio delle turbine, con dimensioni di 25 m × 30 m, di forma rettangolare, per consentire l'accesso al mezzo di sollevamento delle componenti dell'aerogeneratore, sono disposte in maniera tale che il lato lungo della piazzola sia parallelo alle curve di livello (vedasi le tavole allegate **MT.C110.01.00**, **MT.C110.02.00**, **MT.C110.03.00**, **MT.C110.04.00**, **MT.C110.05.00**, **MT.C110.06.00**).

I piazzali realizzati sono da ritenersi esclusivamente zone di lavoro temporanee occupate per la sola fase di stoccaggio dei componenti e montaggio delle singole turbine ed allestite per consentire la sola manovra dei mezzi di trasporto dei componenti delle turbine ed il piazzamento della gru di montaggio.

A fine lavori le aree di cantiere saranno sgombrate e ripulite; si procederà alla loro ridimensionamento, rinaturalizzazione, ripristino delle pendenze ecc. e successivamente si adotterà la tecnica della semina per l'inerbimento; si procederà, inoltre, alla piantumazione delle essenze arboree rimosse.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.3 Attività di costruzione e loro fasi

Le lavorazioni, raggruppate per tipologia di opere, da cui sono stati desunti i mezzi interessati alla costruzione dell'impianto ed i materiali e manufatti necessari, sono le seguenti:

- Opere di fondazione:
  - Pulizia del terreno
  - Scavo di scotico
  - Scavo di sbancamento
  - Eventuale consolidamento del piano di fondazione
  - Fondazioni (plinti, eventuali palificate per gli aerogeneratori, platea per la cabina elettrica)
- Opere in elevazione:
  - Trasporto aerogeneratori
  - Montaggio strutture prefabbricate in elevazione
  - Opere accessorie:
  - Reti impianto elettrico MT interrate dagli aerogeneratori verso la cabina di interconnessione (le cabine di trasformazione sono interne alle torri)
- Opere di recupero:
  - Ripristini e opere di ingegneria naturalistica (ove necessarie), idrosemina aree verdi, cespuglietti e ripiantumazione

Le opere di allestimento delle piste di cantiere e dei piazzali di manovra consistenti in scavo, riporto e opere di regimazione delle acque saranno avviate dall'impianto 1 limitrofo all'attuale viabilità. Per i generatori 2 e 3 si sviluppa una via che si diparte a ridosso dell'attuale piazzale di stoccaggio legna, sulla S.P. 23 . In questa zona, infatti, la viabilità di cantiere risulta già tracciata in parte e l'area risulta di facile accessibilità. Ad ultimazione dei lavori di allestimento del cantiere, saranno realizzati gli scavi e le fondazioni dei generatori.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Per quanto concerne la viabilità in questione ed i piazzali di cantiere, si vedano le tavole allegate **LO.E106.03.00**, **MT.C110.01.00**, **MT.C110.02.00**, **MT.C110.03.00**, **MT.C110.04.00**, **MT.C110.05.00**, **MT.C110.06.00**, e le corrispondenti tavole delle sezioni.

Al termine della predisposizione delle aree di cantiere e delle opere di fondazione, saranno montati gli aerogeneratori. La loro installazione può avvenire secondo diversi schemi di montaggio, per i quali si rimanda alla descrizione inserita nel progetto.

Relativamente alla valutazione delle tempistiche di realizzazione dei lavori, si è tuttavia ipotizzata l'installazione secondo il seguente ordine e con le modalità descritte con riferimento all'installazione di turbine tipo E53 / E48 / V52 / G58:

- prima sezione della torre;
- seconda sezione della torre;
- terza sezione della torre;
- la navicella viene eretta totalmente assemblata in un unico pezzo, comprensivo di generatore, apparecchiature e copertura, con un peso totale di 23 t;
- rotore, comprese le tre pale, di circa 17 t di peso totale.

La tempistica di montaggio di un singolo aerogeneratore risulta essere, in questo modo, di circa 6÷10gg.

Il numero di autoarticolati necessari per trasportare le parti smontate di un aerogeneratore è pari a 7-8 per ciascun impianto. Pertanto, per tutto il parco eolico si avranno circa 21-24 autoarticolati a cui si dovranno aggiungere quelli che trasporteranno i materiali per le opere accessorie e complementari.

È prevista inoltre la realizzazione della linea elettrica interrata di allacciamento alla rete nazionale, il tracciato della linea è stato definito da ENEL Distribuzione S.p.A. in quanto sarà proprietaria della linea in seguito agli accordi di dismissione già stipulati.

La linea seguirà un tracciato totalmente interrato lungo strade pubbliche provinciali (Strada Provinciale n°23) e comunali (Comune di Rialto e Comune di Calice Ligure).

Il tracciato è riportato in dettaglio nelle tavole allegate **LO.E106.01.00** e **LO.E106.02.00** .

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.4 Volumi di scavo

4.4.1 Movimenti terra in fase di cantiere

Si riprendono dalle tavole del progetto definitivo i dati relativi ai movimenti terra derivanti dalla realizzazione delle piazzole e delle piste di accesso, e quelli necessari per la realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori nella fase di cantiere. Sono stati elaborati i calcoli sui volumi di terra che necessitano di spostamenti:

	Fase di cantiere	
Sezione	**Sterro [m^3]**	**Riporto [m^3]**
Piazzola WTG 04	2950,88	682,20
Piazzola WTG 05	2352,60	638,63
Piazzola WTG 06	1220,33	618,30
Pista di Cantiere per WTG 04	332,60	188,06
Pista di Cantiere per WTG 05	201,61	175,55
Pista di Cantiere per WTG 06	75,81	99,04
Fondazione WTG 04	1160,44	0
Fondazione WTG 05	740,83	0
Fondazione WTG 06	679,88	0
TOTALE	**9714,98**	**2401,77**

Risulta dalle elaborazioni delle sezioni un esubero provvisorio di 7313,21 mc. Tale materiale sarà in parte riutilizzato direttamente in fase di cantiere per il reinterro delle fondazioni degli aerogeneratori , pari a 2101,16 mc . La restante parte sarà provvisoriamente collocata presso le piazzole di manutenzione delle WTG 01 e WTG 02, e presso il piazzale esistente a lato della Strada Provinciale n. 23, in prossimità della WTG 03.



Tipico di gabbionata di contenimento

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.4.2 Movimenti terra in fase di ripristino

Ultimata l'installazione degli aerogeneratori, il materiale di esubero sarà reimpiegato per il rimodellamento originario di tutte le piste e piazzole, come si desume dalla tabella seguente:

	Fase di ripristino	
Sezione	**Sterro [m^3]**	**Riporto [m^3]**
Piazzola WTG 01	305,48	555,83
Piazzola WTG 02	259,95	317,55
Piazzola WTG 03	16,80	430,28
Pista di Cantiere per WTG 01	24,06	15,40
Pista di Cantiere per WTG 02	33,74	8,36
Pista di Cantiere per WTG 06	7,00	8,55
Ricopertura Fondazione WTG 01	0	1160,44
Ricopertura Fondazione WTG 02	0	740,83
Ricopertura Fondazione WTG 03	0	679,88
TOTALE	**647,03**	**3917,11**

Il bilancio definitivo, ultimati i lavori, sarà di (10362 – 6318.88) = 4043.13 m^3 in esubero, che corrispondono in parte al volume occupato dal getto di cemento armato delle fondazioni (circa 675 m^3).

Per quanto riguarda il materiale in esubero dagli scavi occorre precisare che si tratta principalmente di rocce frantumate derivate dal substrato roccioso costituito da porfiroidi e o scisti alterati, come risulta dalla relazione geologica.

Tutta la parte di terreno vegetale, che si ricava dalle operazioni di scotico, verrà stoccata a parte e successivamente riutilizzata per ripristino delle aree da rinverdire.

La parte in esubero potrà quindi essere ulteriormente frantumata e riutilizzata come materiale inerte per riempimenti, sottofondi stradali, corpo dei rilevati, ecc..., secondo la normativa vigente dalla ditta specializzata che eseguirà il movimento terre.

Le tavole di riferimento sono le seguenti: **MT.C110.01.00**, **MT.C110.02.00**, **MT.C110.03.00**, **MT.C110.04.00**, **MT.C110.05.00**, **MT.C110.06.00**, e le corrispondenti tavole delle sezioni. .

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.5 Mezzi utilizzati per le lavorazioni

4.5.1 Macchine per movimenti terra

Sono previsti, per gli scavi, l'uso di escavatori gommati, pale caricatrici, oltre naturalmente ad autocarri.

4.5.2 Mezzi per il trasporto dei materiali in cantiere e fuori dal cantiere

Per movimentare materiali e attrezzature poco ingombranti o pesanti, sono utilizzati furgoni o piccoli autocarri. Per il trasporto dei materiali o attrezzature più pesanti si impiegano autocarri muniti di gru e pale caricatrici. Per il trasporto dei materiali di scavo e di quelli da costruzione saranno utilizzati autocarri e piccole betoniere.

4.5.3 Mezzi per il sollevamento

Sarà utilizzata una sola gru telescopica con la quale sono effettuati i sollevamenti dei materiali ed il montaggio degli aerogeneratori e una piccola gru telescopica di appoggio per il bilanciamento-orientamento del carico.

4.5.4 Impianti per la produzione di calcestruzzo

Non è prevista l'installazione di alcun impianto per il confezionamento di calcestruzzi; il trasporto del calcestruzzo avverrà tramite autobetoniere.

4.5.5 Mezzi per lavorazioni e servizi vari

Saranno in dotazione del cantiere inoltre: autocarri, mezzi ed utensili vari per lavori di finitura.

4.5.6 Materiali necessari

Nella fase di cantiere sono prevalenti i consumi di materie prime per la costruzione delle fondazioni degli aerogeneratori e delle infrastrutture (piste di cantiere): calcestruzzo preconfezionato, ferro d'armatura ed inoltre acqua potabile ed energia per realizzare i manufatti e per i trasporti. Nella fase di esercizio gli unici consumi di energia saranno quelli per consentire operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria, visto che lo scopo dell'impianto è quello di produrre energia elettrica.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.5.7 Viabilità e accessibilità / Modalità di trasporto e montaggio

La specifica localizzazione del sito fa sì che i mezzi di trasporto materiali ed i mezzi necessari per la costruzione dell'impianto possano utilizzare differenti viabilità; i componenti delle torri transiteranno dall'autostrada Torino - Savona e all'altezza dell'uscita di Altare - Carcare potranno incanalarsi per la SP 15 che transita dagli abitati di Pallare e Bormida; i mezzi adibiti al trasporto materiali sfusi potranno altresì utilizzare la Strada Provinciale n°490 del Melogno che sale, attraverso la località Gorra - Canova del comune di Magliolo, fino al Colle del Melogno, oppure la Strada Provinciale S.P. 23 che dall'abitato di Calice Ligure raggiunge il vivaio forestale e infine il Pian dei Corsi attraverso la strada asfaltata che conduce alla ex base NATO, ed all'attuale impianto eolico del comune di Calice Ligure.

È stata considerata l'ipotesi che tutti i materiali (pale, navicella, torre e parti) provengano via mare dal porto di Genova, così come è già avvenuto per i parchi eolici di Rialto e Bormida.

La strada è, quindi, facilmente percorribile anche dai mezzi autoarticolati fino al sito individuato in progetto, inoltre, risulta già testata dal trasporto delle turbine eoliche degli impianti eolici di Rialto, Bormida e Calice Ligure, di medesima tipologia (Enercon E53, Enercon E48 e Vestas V52).

La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A. - Sistemi Ecologici S.p.A., si riserva tuttavia di verificare contestualmente alla ditta fornitrice le turbine, l'intera viabilità, al fine di prevedere l'utilizzo di autoarticolati con pianale di carico di 22 m massimo di lunghezza, estendibile, e ruote posteriori sterzanti di 40°, e consentire l'accessibilità al sito senza la necessità di variare il tracciato planimetrico del nastro stradale.

Il trasporto degli aerogeneratori prevede un allestimento dei seguenti mezzi come riassunto nella seguente tabella:

Quantità	Descrizione flotta autoarticolati
2	Autoarticolato speciale per il trasporto di navicella, mozzo e pale
1	Autoarticolato speciale estensibile per il trasporto delle pale (3 pezzi)
3	Autoarticolati estensibili per il trasporto dei segmenti di torre (le torri sono scomposte in 3 parti)
1	Container 40 ft (12 m) per il trasporto degli organi di controllo, cavi, ecc.
1	Container 20 ft (6 m) per il trasporto di apparecchiature e compressore per l'erezione dell'aerogeneratore

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

In totale, pertanto, saranno necessari circa 8 mezzi per il trasporto del materiale di ciascun aerogeneratore, oltre ai mezzi necessari per il trasporto dei materiali per la realizzazione delle opere accessorie.

Per le modalità di trasporto e montaggio occorre fare riferimento alla ***Transport and Erection Guidance*** del fornitore delle turbine di cui si riportano di seguito gli aspetti di maggior rilievo.



Foto relativo al trasporto di torre

Per l'installazione delle turbine si prevede l'utilizzo di un'autogrù telescopica principale e una di supporto per il bilanciamento del carico.

Con riferimento alle norme tecniche di trasporto ed erezione del fornitore è possibile erigere i componenti della turbina con, secondo l'ordine di montaggio di seguito riassunto:

1	Primo concio della torre
2	Secondo concio della torre
3	Terzo concio della torre
4	Navicella
6	Apparecchiature interne alla navicella
7	Rotore completo con tre pale

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Con riferimento al suddetto schema di montaggio, per la stesura del programma lavori l'installazione di ogni singola turbina richiede circa 1 settimana lavorativa.

La metodologia da seguire per l'installazione delle turbine dovrà essere in ogni modo ulteriormente studiata e confermata dai tecnici specialisti delle ditte fornitrici.

Risulta maggiormente conveniente in termini sia economici che logistici, effettuare il trasporto delle pale mediante container (n. 3 pale per container) dal porto di Vado Ligure - Savona. Prima di realizzare i lavori sarà comunque effettuata una simulazione con un mezzo appropriato di tutto il percorso al fine di meglio ottimizzare il trasporto al sito.



Installazione dei conci di torre

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.6 Indicazioni per la stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento

4.6.1 Fasi Lavorative Principali

Descrizione dell'attività – Macchine ed Attrezzature impiegate – Valutazione dei Rischi , delle Emergenze ambientali e delle Misure di Sicurezza da adottare – D.P.I. utilizzati – Schede relative alle macchine ed attrezzature utilizzate

4.6.2 Allestimento del cantiere

Si ipotizza l'allestimento di un cantiere unico in luogo del piazzale esistente a lato della Strada Provinciale del Melogno , a circa una decina di metri dal bivio che conduce all'ex base NATO, ed attualmente adibito allo stoccaggio della legna .

I piazzali realizzati in luogo di ogni singola turbina non costituiscono cantieri puntuali, ma bensì sono da ritenersi esclusivamente zone di lavoro temporanee occupate per la sola fase di montaggio delle singole turbine ed allestite per consentire la manovra dei mezzi di trasporto dei componenti delle turbine ed il piazzamento della gru di montaggio.

La scelta della suddetta area da adibirsi a cantiere è supportata dai seguenti aspetti:

- disponibilità di un'area di dimensioni adeguate già disboscata e sgombra;
- vicinanza alla Strada Provinciale n°23 di accesso al sito.

All'interno del cantiere sono previsti :

- un Ufficio della Direzione Tecnica di Cantiere di 15 m^2 ca, attrezzata con scrivania, sedie, armadio metallico chiudibile a chiave;
- un box prefabbricato ad uso spogliatoio ed infermeria per le maestranze di 20 m^2 circa, attrezzato con 2 gabinetti, 2 lavabi, 2 docce, un tavolo, panche ed armadietti chiudibili a chiave per riporre gli indumenti del personale, un pacchetto di medicazione, un estintore conforme a quanto richiesto nella valutazione del rischio incendio medio;
- un box prefabbricato per deposito attrezzi;
- una cisterna per il gasolio con un estintore;
- un'apposita area dedicata per il deposito dei rifiuti;
- il parcheggio dei mezzi.

Da verificare la possibilità di allaccio all'acquedotto per rendere disponibile acqua potabile.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

I servizi sanitari e di primo soccorso previsti in cantiere saranno realizzati secondo le prescrizioni di legge. In particolare il cantiere sarà fornito degli apprestamenti (cassette primo soccorso ai sensi art. 19 D.P.R. 303) necessari per prestare le prime immediate cure ai lavoratori.

E' prevista una cassetta di medicazione presso il box delle maestranze , una presso l'ufficio del Direttore di Cantiere ed una sull'autovettura dell'addetto al primo soccorso.

L'area adibita ad impianto di cantiere dovrà essere opportunamente recintata e segnalata in particolar modo in prossimità dell'accesso sulla Strada Provinciale. Si prevede inoltre l'adozione di una guardiana notturna.

Tutta la segnaletica dovrà essere predisposta in accordo al DLgs 493/96.

Impianto elettrico di cantiere: Sarà cura dell'impresa realizzare un'adeguata rete di terra autonoma di cantiere e provvedere agli adempimenti di legge per quanto concerne gli impianti elettrici.

4.6.3 Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio

Nella fase di allestimento del cantiere, i pericoli presenti stimati in fase di progettazione esecutiva sono:

- Investimenti da mezzi in movimento.
- Movimentazione manuale dei carichi.
- Vibrazioni.
- Rumore.
- Schiacciamento degli arti.
- Elettrocuzione.

Le probabilità che tali pericoli possano causare danni alle persone non è trascurabile, pertanto, per ridurre il rischio residuo ad un valore accettabile, si rendono necessarie le seguenti misure di protezione e prevenzione.

4.6.4 Misure di Prevenzione e Protezione

1) Rispettare le generali misure di sicurezza legate all'accesso in area di cantiere non predisposta per lavorazioni.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

2) Utilizzazione dei mezzi meccanici conformi alle norme vigenti da parte di personale addestrato.
3) Segnalazione delle manovre durante gli spostamenti.
4) Posizionamento dell'automezzo agendo sugli eventuali stabilizzatori tenendo conto della consistenza del terreno.
5) Allontanamento dei non addetti ai lavori.
6) Le persone non devono transitare o sostare nel raggio d'azione delle macchine operatrici; è vietato transitare o sostare sotto i carichi sospesi.
7) Accertarsi della presenza di eventuali sottoservizi.
8) Il deposito di materiali in cataste, pile, mucchi,ecc…; va sempre effettuato in modo razionale e tale da evitare crolli o cedimenti pericolosi.
9) L'impianto elettrico di cantiere deve essere realizzato da personale specializzato e conformemente alle vigenti norme di settore.
10) La movimentazione manuale dei carichi limitata a pesi non superiori a 30 kg, evitando movimentazioni ripetitive per lunghi periodi di tempo.
11) Attuare la sorveglianza periodica per i lavoratori esposti ai casi previsti dalla legge (rumore, movimentazione dei carichi,…).

4.6.5 Realizzazione piste di cantiere e piazzole di manovra

In questa fase sono previste le operazioni necessarie per la realizzazione delle piste di cantiere e dei piazzali di manovra mediante scavi di sbancamento di significativa entità.

La formazione del rilevato stradale avverrà con impiego di materiale proveniente dagli scavi. Lo strato di fondazione in misto granulare anidro sarà opportunamente compattato con rullo pesante o vibrato mediante cilindratura a strati sino al raggiungimento di un idoneo livello di compattazione.

4.6.5.1. Attrezzature Previste

Escavatore da 35 t , escavatore da 35 t con martellone (per scasso roccia), apripista da 25t con ripper, rullo 10 t, autocarri

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.6.5.2. Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio

Nella fase di realizzazione delle piste di cantiere e delle piazzole di manovra, i pericoli presenti stimati in fase di progettazione esecutiva sono:

- Investimenti da mezzi in movimento.
- Rischio di franamenti delle pareti di scavo.
- Rischio di ribaltamento di mezzi.
- Seppellimento durante gli scavi.
- Vibrazioni.
- Rumore.
- Schiacciamento degli arti.

Le probabilità che tali pericoli possano causare danni alle persone non è trascurabile, pertanto, per ridurre il rischio residuo ad un valore accettabile, si rendono necessarie le seguenti misure di protezione e prevenzione.

4.6.5.3. Misure di Prevenzione e Protezione

1) La pendenza delle strade di accesso alle varie postazioni, non dovrà superare il 17% mentre il raggio di curvatura minimo non dovrà essere inferiore a 15m
2) Utilizzazione dei mezzi meccanici conformi alle norme vigenti da parte di personale addestrato
3) Segnalazione delle manovre durante gli spostamenti
4) In caso di pioggia, le attività di scavo saranno interrotte e riprese dopo allontanamento delle acque con mezzi idonei
5) La pendenza della scarpata di scavo dovrà essere idonea ad evitare il rischio di franamento delle pareti e rispettare le pendenze di progetto sottoposte a verifica di stabilità preliminare; eventuali deroghe dovranno essere concordate con il CSEL (Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione Lavori) e comunque qualora si renda necessario le pareti di scavo saranno puntellate
6) E' vietato il deposito/accatastamento di materiali, il carico e la sosta degli automezzi in prossimità del bordo dello scavo

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

7) Il materiale di risulta dello scavo, stoccato provvisoriamente sul bordo dello stesso nel rispetto delle misure sopraindicate, sarà contenuto in modo da evitare eventuali cadute verso valle dei massi
8) Nei tratti prospicienti il vuoto sarà predisposto un parapetto o saranno attuate misure alternative atte a mantenere lo stesso livello di sicurezza; tali misure dovranno essere preventivamente concordate con il CSEL
9) Allontanamento dei non addetti ai lavori
10) Le persone non devono transitare o sostare nel raggio d'azione delle macchine operatrici; è vietato transitare o sostare sotto i carichi sospesi
11) Accertarsi della presenza di eventuali sottoservizi
12) La fase di carico del materiale di scavo deve avvenire in posizione di sicurezza sia delle macchine movimento terra che degli automezzi al fine di evitare ribaltamenti accidentali, dispersione di materiale, ecc.
13) All'inizio della strada che conduce all'ex base NATO ed in prossimità del piazzale del cantiere deve essere posta opportuna segnaletica indicante il transito di automezzi pesanti
14) Non lasciare scavi aperti oltre il tempo strettamente necessario
15) Posizionare opportuna segnaletica di pericolo "franamenti" pareti in scavo
16) Uso corretto dei DPI previsti per ogni fase di lavoro nel rispetto degli obblighi di cui al D.P.R. 547/55, DPR 164/56
17) Attuare la sorveglianza periodica per i lavoratori esposti ai casi previsti dalla legge (rumore, movimentazione dei carichi,…)

4.6.6 Realizzazione fondazioni aerogeneratori

In questa fase sono previste le operazioni necessarie per la realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori. Esse consistono in:

- scotico e scavo di fondazione;
- eventuale realizzazione micropali e/o stabilizzazione del terreno: tracciamento posizione micropali, perforazione, iniezione;
- realizzazione dado di fondazione: casseratura, posa in opera ferri di armatura e castello tirafondi, getto di calcestruzzo e disarmo.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.6.6.1. Attrezzature Previste

Escavatore da 25t, perforatrice idraulica tipo c6, impianto confezionamento miscela di iniezione, iniettore, compressore, autocisterna , autobetoniere e pompe, autogru da 30t

4.6.6.2. Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio

- Investimenti da mezzi in movimento.
- Rischio di franamenti delle pareti di scavo.
- Rischio di ribaltamento di mezzi.
- Vibrazioni.
- Rumore.
- Schiacciamento degli arti.
- Taglio e cesoiamento degli arti.
- Movimentazione manuale dei carichi.

4.6.6.3. Misure di Prevenzione e Protezione

1) Impiego di mezzi meccanici conformi alle norme vigenti da parte di personale addestrato.
2) Delimitazione dell'area di installazione della perforatrice.
3) Posizionamento della perforatrice in funzione della consistenza del terreno adottando eventualmente delle piastre metalliche di distribuzione del carico.
4) Segnalazione delle manovre durante gli spostamenti.
5) In caso di pioggia, le attività di scavo verranno interrotte e riprese dopo aggottamento delle acque con mezzi idonei.
6) Allontanamento dei non addetti ai lavori.
7) Le persone non devono transitare o sostare nel raggio d'azione delle macchine operatrici; è vietato transitare o sostare sotto i carichi sospesi.
8) La fase di carico del materiale di scavo deve avvenire in posizione di sicurezza sia delle macchine movimento terra che degli automezzi al fine di evitare ribaltamenti accidentali, dispersione di materiale ecc…
9) All'inizio della strada comunale che conduce all'ex base NATO e in prossimità del piazzale del cantiere deve essere posta opportuna segnaletica indicante il transito di automezzi pesanti.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

10) Accertarsi della presenza di eventuali sottoservizi.
11) Non lasciare scavi aperti oltre il tempo strettamente necessario.
12) Nei tratti prospicienti il vuoto sarà predisposto un parapetto o saranno attuate misure alternative atte a mantenere lo stesso livello di sicurezza; tali misure dovranno essere preventivamente concordate con il CSEL.
13) Movimentazione manuale dei carichi limitata a pesi non superori a 30 kg, evitando movimentazioni ripetitive per lunghi periodi di tempo.
14) Uso corretto dei DPI previsti per ogni fase di lavoro nel rispetto degli obblighi di cui al D.P.R. 547/55, DPR 164/56.
15) Attuare la sorveglianza periodica per i lavoratori esposti ai casi previsti dalla legge (rumore, movimentazione dei carichi,…).

4.6.7 Trasporto aerogeneratori

Occorre fare riferimento alle specifiche linee guida di riferimento relative alle modalità di trasporto ed installazione; si conferma quindi quanto riportato nella presente e si rimanda al sopralluogo da effettuarsi con la ditta fornitrice delle turbine, per eventuali accorgimenti suppletivi. È altamente probabile che tutte le componenti provengano via mare (pale, navicella, torre e site parts); pertanto, il percorso risulta:

Porto di Genova (o Vado Ligure - Savona) → Autostrada Genova - Ventimiglia → Autostrada Torino - Savona → Uscita di Altare - Carcare → direzione Colle del Melogno – S.P.n°15 (attraversamento di Pallare e Bormida) – deviazione su S.P.n°23 → **Area Sito**.

4.6.7.1. Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio

- Investimenti da mezzi in movimento.
- Rischio di ribaltamento di mezzi.
- Rumore.
- Schiacciamento degli arti.
- Taglio e cesoiamento degli arti.
- Movimentazione manuale dei carichi.

Vedasi inoltre le specifiche Procedure di Sicurezza per l'attività del fornitore delle turbine.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.6.7.2. Misure di Prevenzione e Protezione

1) Utilizzo di mezzi di trasporto eccezionale dotati di scorta e con autisti specializzati.
2) verifica della utilizzabilità dei cavi di acciaio di sollevamento, delle funi di sicurezza e loro collegamento sulle staffe saldate.
3) Segnalazione delle manovre durante gli spostamenti.
4) Allontanamento dei non addetti ai lavori.

4.6.8 Installazione aerogeneratori

In questa fase sono previste le operazioni necessarie per la installazione degli aerogeneratori consistenti in:

- posizionamento del tronco di base;
- montaggio dei tronchi della base;
- posizionamento della navicella: sollevamento, posizionamento e fissaggio;
- posizionamento delle pale: assemblaggio a piè d'opera delle 3 pale, sollevamento, posizionamento e fissaggio sul rotore, serraggio finale.

4.6.8.1. Attrezzature Previste

Per l'installazione delle turbine si conferma l'utilizzo di una autogrù telescopica, con riferimento alla ***Transport and Erection Guidance***, si conferma lo schema di montaggio riportato nel precedente capitolo della presente.

Il montaggio di ciascun tronco di torre prevede:

- il fissaggio delle funi di sollevamento sulla flangia di testa della torre
- il sollevamento e posizionamento del tronco
- il controllo della verticalità di tutto il fusto
- l'inghisaggio al piede ed il serraggio finale dei tirafondi

Stoccaggio componenti degli aerogeneratori: i componenti degli aerogeneratori verranno stoccati in corrispondenza delle rispettive postazioni di macchina, appoggiati su appositi supporti antirotolamento; per le pale si provvederà al bloccaggio sul terreno del supporto, in modo da evitare eventuali spostamenti dovuti al vento.

4.6.8.2. Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio

- Investimenti da mezzi in movimento
- Cedimenti del terreno con rischio di ribaltamento di mezzi

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

- Rumore
- Schiacciamento degli arti
- Taglio e cesoiamento degli arti
- Movimentazione manuale dei carichi
- Caduta di carichi sospesi
- Folgorazione da fulmini
- Elettrocuzione

4.6.8.3. Misure di Prevenzione e Protezione

1) Il posizionamento della gru e dei componenti nelle piazzole assegnate dovrà rispettare quanto prescritto dalle specifiche della ditta fornitrice ed installatrice degli aerogeneratori.
2) Verifica della utilizzabilità dei cavi di acciaio di sollevamento, delle funi di sicurezza e loro collegamento sulle staffe saldate.
3) Posizionamento dei dispositivi di ripartizione del carico della gru sul terreno tenendo conto della capacità portante dello stesso.
4) Segnalazione dell'area di installazione dell'attrezzatura di sollevamento.
5) Segnalazione delle manovre durante gli spostamenti.
6) Allontanamento dei non addetti ai lavori.
7) Le persone non devono sostare o transitare nel campo di azione delle macchine operatrici: è vietato sostare o transitare sotto i carichi sospesi.
8) Uso corretto dei DPI previsti per ogni fase di lavoro nel rispetto degli obblighi di cui al D.P.R. 547/55, DPR 164/56.
9) Attuare la sorveglianza periodica per i lavoratori esposti ai casi previsti dalla legge (rumore, movimentazione dei carichi,…).
10) Sospendere i lavori in presenza di forte vento e di fenomeni temporaleschi con pericolo di fulminazione. Le operazioni di sollevamento dovranno essere condotte con velocità del vento inferiore a 10÷12 m/s ad altezza mozzo; sarà cura del Direttore di Cantiere informare il CSEL di eventuali deroga ai valori indicati
11) Sollevamento graduale dei tronchi costituenti la torre sino alla posizione verticale tenendo a distanza di sicurezza il personale.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

12) Avvicinamento del tronco superiore a quello inferiore; il tronco superiore sarà guidato da personale al disotto di almeno 2 metri dal bordo superiore del tronco inferiore in cui si trova. Solo dopo l'inserimento del tronco superiore a quello inferiore entro i bordi di contenimento per impedire le oscillazioni dello stesso, il personale potrà avvicinarsi per le successive operazioni di centraggio.
13) Posizionamento e centraggio del tronco superiore sul tronco inferiore tenendo in tensione le funi di sospensione.
14) Inserimento e serraggio con chiave dinamometrica dei bulloni di fissaggio dei singoli tronchi: il personale dovrà accedere alle postazioni di lavoro utilizzando la scala interna e la cintura di sicurezza assicurata alla fune di servizio. La sosta sulla scala dovrà avvenire con l'utilizzo di cintura di posizionamento.
15) Sollevamento graduale della navicella , tenendo a distanza di sicurezza il personale.
16) Posizionamento della navicella sul tronco finale tenendo in tensione le funi di sospensione.
17) Avvicinamento della navicella al tronco finale; la navicella sarà guidata da personale al disotto di almeno 2 metri dal bordo superiore del tronco finale in cui si trova. Solo dopo l'inserimento entro i bordi di contenimento del tronco, per impedire le oscillazioni dello stesso, il personale potrà avvicinarsi per le successive operazioni di centraggio.
18) Inserimento e serraggio con chiave dinamometrica dei bulloni di fissaggio della navicella: il personale dovrà accedere alle postazioni di lavoro utilizzando la scala interna e la cintura di sicurezza assicurata alla fune di servizio. La sosta sulla scala dovrà avvenire con l'utilizzo di cintura di posizionamento.
19) Sollevamento graduale in posizione orizzontale delle pale con la gru da 800 t , tenendo a distanza di sicurezza il personale.
20) Rotazione delle pale in posizione verticale.
21) Avvicinamento delle pale alla navicella guidate da personale posto nel cestello: inserimento e serraggio con chiave dinamometrica dei bulloni di fissaggio; sgancio delle funi di sollevamento.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

4.6.9 Realizzazioni reti interrate, cabina di interconnessione ed allacciamento alla rete di distribuzione

L'allaccio alla sottostazione MT/AT di Finale Ligure, partendo dalla cabina MT già esistente ubicata in località S. Libera del comune di Calice Ligure comporta:

- la realizzazione delle opere civili necessarie per il punto di consegna (recinzione, accesso, basamenti, pozzetti, tubazioni, fabbricato per quadro MT/batterie/misura, rete di terra, sistemazione area);
- la realizzazione delle reti interrate in MT di collegamento delle singole turbine alla cabina di consegna a bordo parco;
- la realizzazione del cavidotto interrato di connessione della cabina di consegna all'elettrodotto che transita in aereo in prossimità del sito, formando in tal modo una chiusura ad anello con la RTN;
- la sconnessione della linea interrata in MT dalla cabina DD90-2-060315 di Calice Ligure e la sua estensione per circa 5 km dalla cabina di Calice Ligure fino alla centrale AT/MT di Finale Ligure, seguendo il percorso della Strada Provinciale 17.
- la realizzazione delle opere civili necessarie per la cabina di sezionamento (recinzione, accesso, basamenti, pozzetti, tubazioni, fabbricato per quadro MT/batterie, rete di terra, sistemazione area), prevista lungo il percorso del cavidotto interrato (circa a metà);

L'impianto elettrico di collegamento tra le varie turbine viene limitato alla sola posa dei condotti e al loro collegamento nei rispettivi quadri di zona e di torre, mediante tutti gli accessori che la regola d'arte richiede ed impone.

Le varie turbine dislocate sull'area di progetto saranno collegate in parallelo con la cabina di consegna con 3 linee elettriche MT. In merito alla realizzazione del punto di consegna le opere civili da eseguire saranno relative a:

- scavi a sezione obbligata per il basamento, la posa della rete di terra;
- fornitura e posa di una vasca di fondazione prefabbricata avente funzione di basamento e conterrà tutti i passaggi per i cavi di connessione fra lato Enel con il lato misura ed il lato utente;
- fornitura e posa di un fabbricato MT prefabbricato per l'alloggiamento quadro MT, gruppo di misura, batterie, quadri servizi ecc...

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

I cavi verranno stoccati in bobine in idonea area cintata o all'interno del cantiere base e trasportati nelle aree di lavoro al momento della posa in opera.

Tali lavorazioni, con esclusione delle opere civili, saranno realizzate da ditta specializzata che prenderà visione del programma lavori generali e redigerà specifico Piano Operativo di Sicurezza.

4.6.9.1. Attrezzature Previste

Escavatore da 20 t, autocarri

4.6.9.2. Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio

- Investimenti da mezzi in movimento
- Vibrazioni
- Rumore
- Schiacciamento degli arti
- Taglio e cesoiamento degli arti
- Movimentazione manuale dei carichi

4.6.9.3. Misure di Prevenzione e Protezione

1) Impiego di mezzi meccanici conformi alla normativa vigente da parte di personale adeguatamente addestrato .
2) Segnalazione delle manovre durante gli spostamenti.
3) In caso di pioggia, le attività di scavo verranno interrotte e riprese dopo aggottamento delle acque con mezzi idonei.
4) Allontanamento dei non addetti ai lavori.
5) Le persone non devono transitare o sostare nel raggio d'azione delle macchine operatrici.
6) Accertarsi della presenza di eventuali sottoservizi.
7) La fase di carico del materiale di scavo deve avvenire in posizione di sicurezza sia delle macchine movimento terra che degli automezzi al fine di evitare ribaltamenti accidentali, dispersione di materiale ecc….
8) All'inizio della strada che conduce all'ex base NATO ed in prossimità del piazzale del cantiere base deve essere posta opportuna segnaletica indicante il transito di automezzi pesanti.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

9) Non lasciare scavi aperti oltre il tempo strettamente necessario.
10) Movimentazione manuale dei carichi limitata a pesi non superori a 30 kg, evitando movimentazioni ripetitive per lunghi periodi di tempo.
11) Uso corretto dei DPI previsti per ogni fase di lavoro nel rispetto degli obblighi di cui al D.P.R. 547/55, DPR 164/56 .
12) Attuare la sorveglianza periodica per i lavoratori esposti ai casi previsti dalla legge (rumore, movimentazione dei carichi,…).

4.6.10 Opere di recupero ambientale, regimazione delle acque e ripristino viabilità interna

Particolare importanza riveste la realizzazione delle opere di regimazione delle acque in fase di cantiere al fine di evitare fenomeni erosivi e rischi di franamenti delle pareti di scavo.

La viabilità di cantiere sarà mantenuta per il tempo necessario alla realizzazione del basamento e all'installazione dei generatori. Nel breve lasso temporale in cui si prevede il mantenimento delle piste di cantiere le sistemazioni saranno mirate principalmente alla regimazione delle acque meteoriche operata al fine di scongiurare fenomeni erosivi a carico delle scarpate delle sedi stradali e dei piazzali.

La regimazione acque verrà realizzata mediante i seguenti accorgimenti:

- canalette trasversali in terreno vagliato e compattato da realizzarsi in media ogni 25 metri di sviluppo lineare;
- cunettone laterale in terreno vegetale posizionato sul lato in scavo.

Di particolare importanza risulterà il corretto convogliamento delle acque meteoriche nel reticolo idrografico naturale.

Nella fase di recupero definitiva, le piste di cantiere saranno rimodellate al fine di ottenere una sede viaria di larghezza pari a 2.4 m; la viabilità dovrà consentire l'accesso a normali autovetture per cui si opererà un rimodellamento del profilo longitudinale al fine di adattare maggiormente il tracciato al profilo naturale del terreno.

Le piste definitive permetteranno il riutilizzo di gran parte dei volumi di scavo eccedenti e, a livello di recupero ambientale, si opererà una riprofilatura delle scarpate con una pendenza piuttosto ridotta.

Similmente si opererà sui piazzali che verranno ridotti quasi interamente permettendo un ripristino generale delle scarpate.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Si effettuerà un accurato lavoro di rinaturalizzazione mediante inerbimento per semina manuale e ripiantumazione delle essenze vegetali rimosse a causa del cantiere.

4.6.10.1. Attrezzature Previste

Escavatore da 25 t, pala meccanica, rullo 10 t, autocarri

4.6.10.2. Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio

- Investimenti da mezzi in movimento
- Rischio di franamenti delle pareti di scavo
- Rischio di ribaltamento di mezzi
- Seppellimento durante gli scavi
- Vibrazioni
- Rumore
- Schiacciamento degli arti

4.6.10.3. Misure di Prevenzione e Protezione

1) La pendenza delle strade di accesso alle varie postazioni, non dovrà superare il 17% mentre il raggio di curvatura minimo non dovrà essere inferiore a 15 m.
2) Utilizzazione dei mezzi meccanici conformi alle norme vigenti da parte di personale addestrato.
3) Segnalazione delle manovre durante gli spostamenti.
4) In caso di pioggia, le attività di scavo verranno interrotte e riprese dopo aggottamento delle acque con mezzi idonei.
5) La pendenza della scarpata di scavo dovrà essere idonea ad evitare il rischio di franamento delle pareti e rispettare le pendenze di progetto sottoposte a verifica di stabilità preliminare;eventuali deroghe dovranno essere concordate con il CSEL e comunque qualora si renda necessario le pareti di scavo saranno puntellate.
6) È vietato il deposito / accastamento di materiali , il carico e la sosta degli automezzi in prossimità del bordo dello scavo.
7) Il materiale di risulta dello scavo , stoccato provvisoriamente sul bordo dello stesso nel rispetto delle misure sopraindicate, sarà contenuto in modo da evitare eventuali cadute verso valle dei massi.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

8) Nei tratti prospicienti il vuoto sarà predisposto un parapetto o saranno attuate misure alternative atte a mantenere lo stesso livello di sicurezza ;tali misure dovranno essere preventivamente concordate con il CSEL.
9) Allontanamento dei non addetti ai lavori.
10) Le persone non devono transitare o sostare nel raggio d'azione delle macchine operatrici; è vietato transitare o sostare sotto i carichi sospesi.
11) Accertarsi della presenza di eventuali sottoservizi.
12) La fase di carico del materiale di scavo deve avvenire in posizione di sicurezza sia delle macchine movimento terra che degli automezzi al fine di evitare ribaltamenti accidentali, dispersione di materiale ecc…
13) Non lasciare scavi aperti oltre il tempo strettamente necessario.
14) Posizionare opportuna segnaletica di pericolo "franamenti" pareti in scavo.
15) Uso corretto dei DPI previsti per ogni fase di lavoro nel rispetto degli obblighi di cui al D.P.R. 547/55, DPR 164/56 .
16) Attuare la sorveglianza periodica per i lavoratori esposti ai casi previsti dalla legge (rumore, movimentazione dei carichi,…).

4.6.11 Smobilizzo cantiere

Tale attività prevede:

- La rimozione della recinzione e lo smontaggio dei baraccamenti a supporto logistico del cantiere
- La pulizia delle aree logistiche di cantiere da ogni materiale
- Lo scollegamento e lo smontaggio degli impianti elettrici di cantiere
- Il ripristino ante opera dei luoghi

4.6.11.1. Attrezzature Previste

Escavatore da 25 t , pala meccanica, rullo 10 t, autocarri

4.6.11.2. Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio

- Investimenti da mezzi in movimento
- Movimentazione manuale dei carichi
- Rischio di ribaltamento di mezzi
- Vibrazioni

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

- Rumore
- Schiacciamento degli arti
- Rischio di elettrocuzione

4.6.11.3. Misure di Prevenzione e Protezione

1) Rispettare le generali misure di sicurezza legate all'accesso in area di cantiere non predisposta per lavorazioni
2) Utilizzazione dei mezzi meccanici conformi alle norme vigenti da parte di personale addestrato
3) Segnalazione delle manovre durante gli spostamenti
4) È vietato il deposito/accastamento di materiali , il carico e la sosta degli automezzi in prossimità del bordo dello scavo
5) Allontanamento dei non addetti ai lavori durante la movimentazione dell'attrezzatura
6) Le persone non devono transitare o sostare nel raggio d'azione delle macchine operatrici; è vietato transitare o sostare sotto i carichi sospesi
7) Verifica della utilizzabilità dei cavi di acciaio di sollevamento e delle funi di sicurezza
8) Accertarsi della presenza di eventuali sottoservizi
9) La fase di carico del materiale di scavo deve avvenire in posizione di sicurezza sia delle macchine movimento terra che degli automezzi al fine di evitare ribaltamenti accidentali, dispersione di materiale ecc…
10) Non lasciare scavi aperti oltre il tempo strettamente necessario
11) Posizionare opportuna segnaletica di pericolo "franamenti" pareti in scavo
12) Uso corretto dei DPI previsti per ogni fase di lavoro nel rispetto degli obblighi di cui al D.P.R. 547/55, DPR 164/56
13) Attuare la sorveglianza periodica per i lavoratori esposti ai casi previsti dalla legge (rumore, movimentazione dei carichi,…)

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

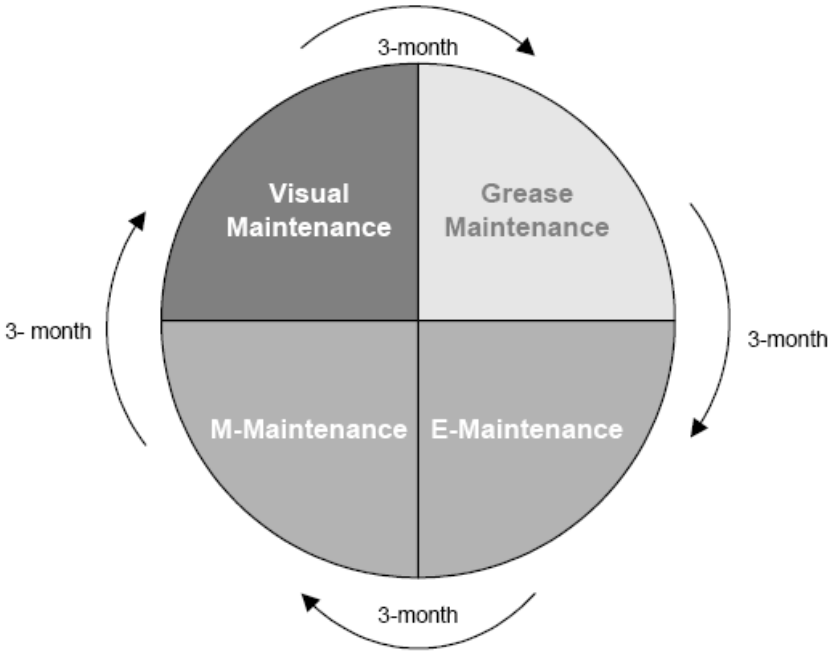
5 FASE DI ESERCIZIO

5.1 Programmazione Manutenzioni

Per quanto concerne la manutenzione, ne sono previste due differenti tipologie, una preventiva, che può essere prognostica ad eventuali danneggiamenti, una in caso di danno precludente il corretto funzionamento dell'impianto, che comporta il fermo macchina, lo smontaggio e la sostituzione dei componenti danneggiati:

- Manutenzione Ordinaria
- Manutenzione Straordinaria

La Manutenzione Ordinaria è una manutenzione programmata, divisa in quattro tipologie, ed eseguita ad intervalli di tempo regolari e predefiniti:



Le quattro tipologie di manutenzione cui è soggetto l'aerogeneratore sono, come si evince dalla figura sovrastante:

1. **Visual Maintenance** (Ispezione Visiva)
2. **Grease Maintenance** (Manutenzione Lubrificanti)
3. **Electrical Maintenance** (Manutenzione Elettrica)
4. **Mechanical Maintenance** (Manutenzione Meccanica)

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

Vengono effettuate ciascuna una volta all'anno, a distanza di circa tre mesi l'una dall'altra; la manutenzione programmata prevede i seguenti punti:

1. Esame delle condizioni e del corretto funzionamento di tutti i componenti.
2. Verifica del funzionamento e dei comandi di apertura dei dispositivi interni di protezione.
3. Verifica della presenza di anomalia e comparazione dei risultati ottenuti con i valori di tolleranza previsti dalle specifiche, fornite dai rispettivi produttori.
4. Sostituzione dei lubrificanti in conformità con le specifiche dei costruttori.
5. Redazione del report di manutenzione.

Gli oli lubrificanti esausti saranno conferiti a ditte certificate che provvederanno allo smaltimento secondo la normativa vigente.

La Manutenzione Straordinaria non ha lo scopo di mantenere nel tempo il livello di disponibilità (compito invece che è assegnato alla Manutenzione Ordinaria), ma, come dice la parola stessa, ha un carattere di straordinarietà, ossia interviene nelle grandi manutenzioni ai sistemi, soprattutto in quelli che debbono funzionare a ciclo continuo, affinché fra un periodo e l'altro di intervento ci siano problemi minimi di avaria, possibilmente coperti con ridondanze o riconfigurazioni del sistema.

La Manutenzione Straordinaria include:

- L'approvvigionamento ed il trasporto di componenti di riserva e consumabili (oli lubrificanti, utensili, ecc…).
- La fornitura di manodopera, il suo trasporto e sistemazione.
- L'approvvigionamento dell'attrezzatura.
- La fornitura ed il trasporto degli elementi.
- L'affitto, l'installazione e la rimozione di eventuali gru necessarie allo scopo.

5.2 Attività di manutenzione e loro fasi

Le attività manutentive sono molteplici e vengono suddivise in base al tipo di manutenzione che si intende effettuare; tuttavia, tutte e quattro le tipologie di manutenzione comprendono un'ispezione visiva generica del modulo o del componente. Si deve porre particolare attenzione a:

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

- Corrosione
- Danni meccanici (cricche, deformazioni, sfaldamenti, sfregamento dei cavi, ecc…)
- Perdite e fuoriuscite
- Elementi mancanti
- Presenza di terriccio o corpi estranei

Per ciascuno dei quattro tipi di manutenzione prevista è presente un elenco di operazioni da attuare durante la fase manutentiva, relativo ai componenti da esaminare, le parti più critiche di ciascuno di essi e gli interventi correttivi da eseguire.

L'aerogeneratore è suddiviso in zone/moduli principali in cui operare:

1. Base torre – fondazioni
2. Locale quadri di controllo
3. Locale trasformatore
4. Torre
5. Navicella
6. Rotore
7. Anemometro e banderuola

5.3 Mezzi utilizzati per le manutenzioni

5.3.1 Manutenzioni ordinarie

Per le manutenzioni ordinarie è previsto l'impiego di uno o più furgoni e/o autocarri per il trasporto del materiale consumabile e delle attrezzature necessarie per l'esecuzione delle fasi manutentive.

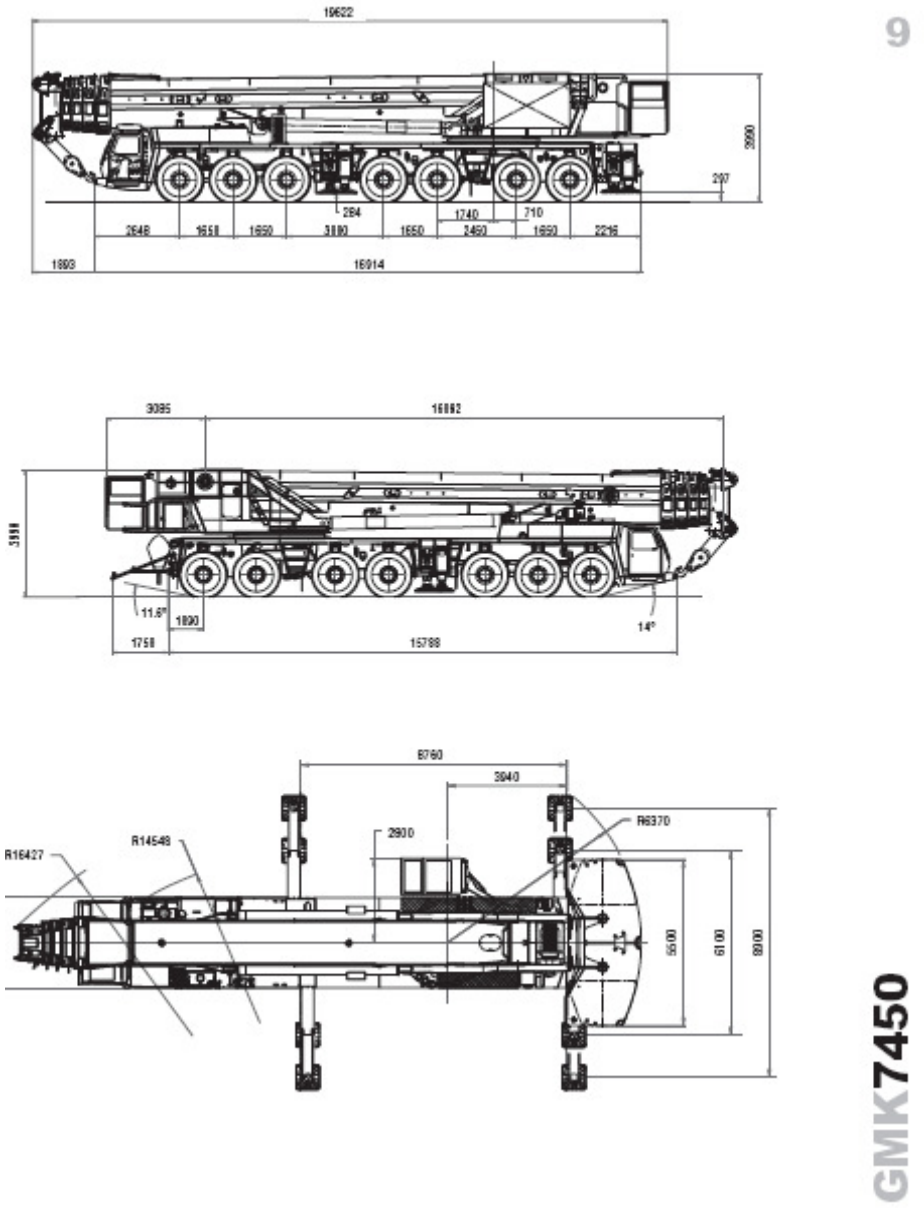
5.3.2 Manutenzioni straordinarie

Particolare attenzione è stata posta nello studio preliminare per le manutenzioni straordinarie; questo tipo di manutenzione, data ovviamente la straordinarietà, non è prevedibile nelle tempistiche e nell'entità, quindi non-programmabile; si è tuttavia voluto studiare anche, in caso estremo, la possibilità di smontaggio completo della struttura.

Poiché, dopo il recupero ambientale e la rinaturalizzazione, in esercizio non esisteranno più le piazzole di montaggio, utilizzate come aree provvisorie di cantiere, si è verificata la possibilità di effettuare il progressivo smontaggio e allontanamento dei componenti più

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

ingombranti della turbina utilizzando esclusivamente la strada comunale di Rialto di accesso all'ex base NATO o la strada provinciale n° 23, presso il parcheggio della ex cava di inerti.
L'intervento è risultato fattibile, utilizzando le gru fuoristrada veloci, dotate di falcone con capacità di carico dalle 450 ton. alle 800 ton., a seconda del tipo di intervento da effettuarsi.
A titolo di esempio, non vincolante, si riporta un modello con capacità di carico di 450 ton. facente parte del parco automezzi di una ditta presente in zona, che sarebbe funzionale all'impiego in caso di manutenzione straordinaria.



Automezzo adatto alla manutenzione straordinaria

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

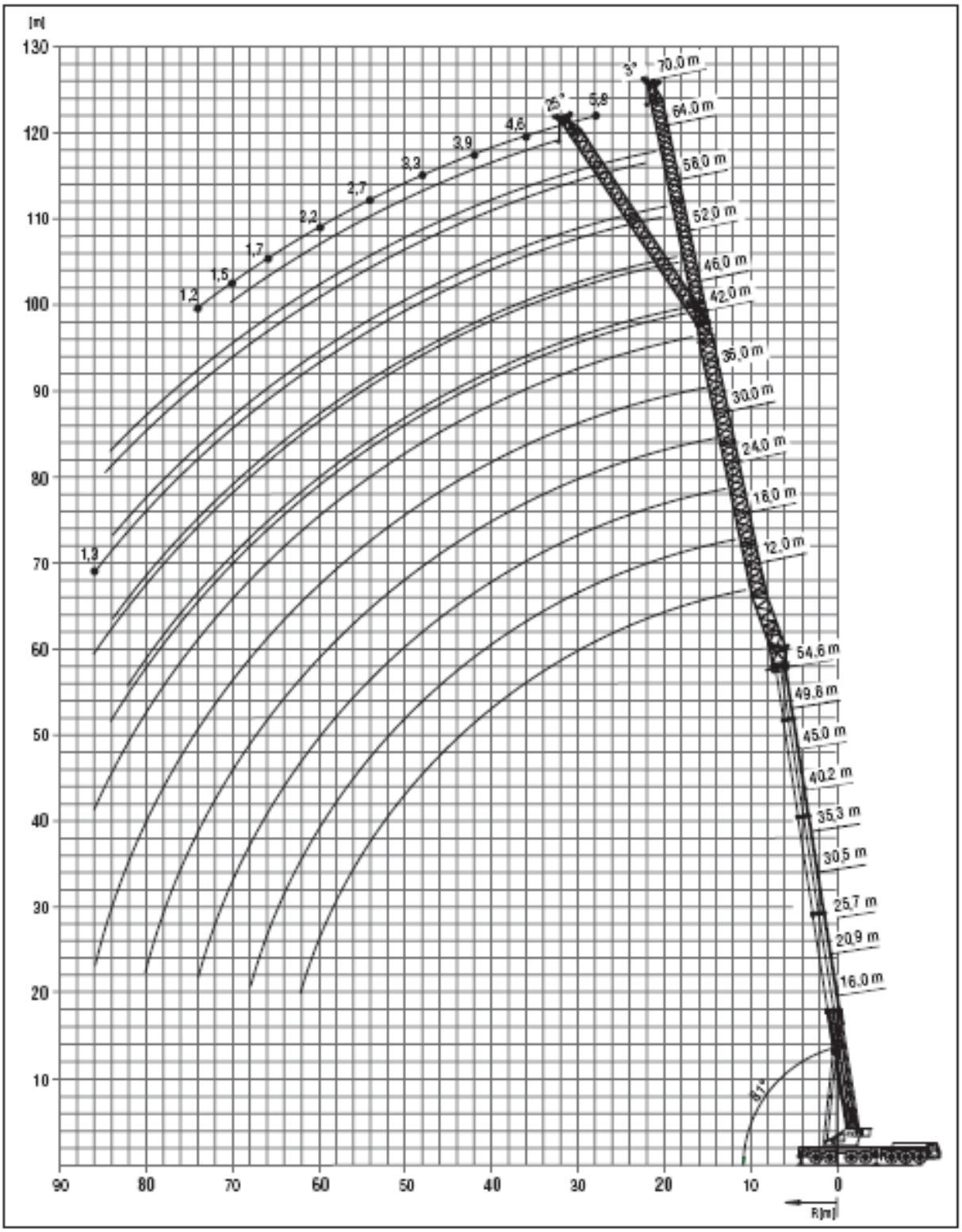


Diagramma di lavoro con ipotesi di massimo falcone.

Per svolgere le operazioni di manutenzione si seguiranno esattamente le prescrizioni del costruttore, concordate dopo aver identificato i componenti oggetto delle operazioni, i tempi e le modalità dell'intervento stesso.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

5.4 Indicazioni per la stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento

5.4.1 Prove funzionali ed avviamento

Il Responsabile dell'impresa esecutrice dei lavori di questa fase, dovrà fornire il relativo Piano Operativo di Sicurezza. È demandato al CSEL la individuazione delle misure di prevenzione aggiuntive ed aggiornare il presente Piano di Sicurezza e Coordinamento.

L'inizio delle prove di avviamento e di esercizio sarà autorizzato dal CSEL, dopo l'aggiornamento del Piano di Sicurezza.

5.4.1.1. Misure di Prevenzione e Protezione

Da definire a cura del CSEL.

5.4.2 Manutenzioni ordinarie

Tutte le operazioni di manutenzione ordinaria, verranno affidate ad una ditta esterna; sarà cura del committente verificare l'idoneità tecnico professionale della stessa attraverso l'iscrizione alla camera di commercio.

Il committente provvederà inoltre a richiedere all'impresa esecutrice, tutta la documentazione prevista dall'all. XVII del D.Lgs. 81/08, compreso il Piano Operativo di Sicurezza all'interno del quale dovranno essere descritte tutte le fasi di lavoro con i rischi ad esse collegate e le misure di prevenzione e protezione adottate.

5.4.2.1. Attrezzature Previste

Furgoni ed autocarri

5.4.2.2. Misure di Prevenzione e Protezione

Sarà cura dell'impresa esecutrice render note le misure di prevenzione e protezione da essa attuate durante le operazioni di manutenzione ordinaria. In caso di affidamento di lavori in subappalto, dovrà essere fornita, oltre al Piano Operativo di Sicurezza, tutta la documentazione prevista dall'all. XVII del D.Lgs. 81/08.

5.4.3 Manutenzioni straordinarie

5.4.3.1. Attrezzature Previste

Autogru telescopiche, autocarri

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.

5.4.3.2. Pericoli e Valutazione Qualitativa del Rischio

- Investimenti da mezzi in movimento.
- Cedimenti del terreno con rischio di ribaltamento di mezzi.
- Rumore.
- Schiacciamento degli arti.
- Taglio e cesoiamento degli arti.
- Movimentazione manuale dei carichi.
- Caduta di carichi sospesi.
- Folgorazione da fulmini.
- Elettrocuzione.

5.4.3.3. Misure di Prevenzione e Protezione

1) Il posizionamento della gru e dei componenti nei punti assegnati dovrà rispettare quanto prescritto dalle specifiche della ditta fornitrice degli automezzi
2) Verifica della utilizzabilità dei cavi di acciaio di sollevamento, delle funi di sicurezza e loro collegamento sulle staffe saldate
3) Posizionamento dei dispositivi di ripartizione del carico della gru sul terreno tenendo conto della capacità portante dello stesso
4) Segnalazione dell'area di installazione dell'attrezzatura di sollevamento
5) Segnalazione delle manovre durante gli spostamenti
6) Allontanamento dei non addetti ai lavori
7) Presidio con personale addetto alla sicurezza a monte e a valle della zona dell'intervento
8) Le persone non devono sostare o transitare nel campo di azione delle macchine operatrici: è vietato sostare o transitare sotto i carichi sospesi
9) Uso corretto dei DPI previsti per ogni fase di lavoro nel rispetto degli obblighi di cui al D.P.R. 547/55, DPR 164/56
10) Attuare la sorveglianza periodica per i lavoratori esposti ai casi previsti dalla legge (rumore, movimentazione dei carichi,…)
11) Sospendere i lavori in presenza di forte vento e di fenomeni temporaleschi con pericolo di fulminazione. Le operazioni di movimentazione dovranno essere condotte con velocità del vento inferiore a 10÷12 m/s ad altezza mozzo.

Il presente documento è di proprietà esclusiva della MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.'s exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts whatsoever are allowed. MARCOPOLO ENGINEERING S.p.A.. reserves the right to modify it at any time.