REGIONE LIGURIA

Provincia di Savona

COMUNE DI SAVONA

IMPIANTO EOLICO "TRYNYTY 01" (2,5 MW) IN LOC. NASO DI GATTO

Firmato digitalmente da: VRISML76D24F351V/5628000019684001.EKXA /zd2kBbgnnI9Segxhu1Ma8Y= Organizzazione: Progetto CNS Ingegneri Unità organizzativa: Consiglio Nazionale Ingegneri
Limitazioni d'uso: Explicit Text: Identifies X.509 authentication certificates issued for the italian National Service Card (CNS) project in according to the italian regulation
Data: 03/07/2025 17:57:31

Dott. Giorgio Curetti N. 232 ALBO - ORDINE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI - CUNEO

Firmato digitalmente da: GIORGIO CURETTI
Data: 03/07/2025 15:00:26

Disciplinare descrittivo elementi tecnici

DATA	REVISIONE
Giugno 2025	*Autorizzazione Unica - art. 9 D.Lgs 190/24*
Giugno 2025	*Verifica di assoggettabilità a VIA - art. 19 D.Lgs 152/06*

PROGETTISTI:

Ing. Samuele Viara

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1949 Dott. Ing. Samuele Viara

Dott. For. Giorgio Curetti

Dott. Giorgio Curetti N. 232 ALBO - ORDINE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI - CUNEO

SOCIETA' PROPONENTE:

TRYNYTYT WIND S.r.l

Lungotevere dei Mellini 7

00193 Roma (RM)

C.F e P.IVA 17284761008

TRYNYTY WIND

ELABORATO

06W.AU.R.07

Sommario

1 PREMESSA 3
2 GENERALITA' 4
2.1 Descrizione generale 4
2.2 Oggetto dei lavori 4
3 COMPONENTI DELL'IMPIANTO 5
Scavi 5
Plinto di fondazione 6
Componenti Aerogeneratore 9
Torre di sostegno 9
Navicella 11
Rotore 12
Sistema di controllo e sistema elettrico 14
Sistemi di sicurezza 15
Protezione da fulmini e sovratensioni, compatibilità elettromagnetica (EMC) 15
4 DATI TECNICI TURBINE 15
4.1 CAVI DI COLLEGAMENTO 16
Messa a terra dello schermo dei cavi 17
Giunti e terminali per cavi 17
5 SPECIFICA TECNICA CABINA DI CONSEGNA 18
SPECIFICA TECNICA QUADRI MT 18
6 SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO 19
Descrizione del sistema di protezione, comando e controllo 19
7 SISTEMA SERVIZI AUSILIARI 23
Sistema di distribuzione in corrente alternata 23
Caratteristiche del trasformatore di distribuzione 24
Caratteristiche e composizione del quadro BT in corrente alternata 24
Sistema di distribuzione in corrente continua 24
Caratteristiche tecniche del raddrizzatore: 25
CAVI BT 27

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

Illuminazione normale e forza motrice della cabina di consegna 27
Illuminazione di emergenza..... 27
Impianto di controllo accessi ed intrusione..... 27
RETE DI TERRA 28

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

1 PREMESSA

La **TRYNYTY WIND srl** è il proponente del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Parco Eolico **"TRYNYTY 01"**, con potenza nominale installata pari a **2,5 MW**, da realizzarsi interamente nel comune di SAVONA (SV) in LIGURIA. Il numero totale di turbine eoliche che saranno installate è pari a **1** con una potenza nominale pari a **2,5 MW**.

La Società proponente ha già ricevuto ed accettato il preventivo di connessione (Cod. Pratica: **423433163**) inviato da E-Distribuzione SpA.

L'energia prodotta dall'impianto eolico verrà convogliata direttamente nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). La soluzione di connessione dell'impianto in progetto alla RTN per una potenza in immissione pari a 2,5 MW è stata richiesta a E-Distribuzione SpA dal proponente. Tale **STMG** identificata dal codice di rintracciabilità **423433163** prevede che l'impianto venga collegato in entra - esce su una linea MT che passa in sito. **La soluzione di connessione ottenuta è sicuramente l'aspetto che, tra tutti, rende il progetto decisamente sostenibile. La soluzione di connessione è stata regolarmente accettata in data 24/09/2024 e il progetto di connessione allegato al carteggio progettuale è stato benestariato dal gestore della rete (E-Distribuzione) in data 13/03/2025.**

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

2 GENERALITA'

2.1 Descrizione generale

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica. Un insieme di più aerogeneratori, dislocati in una determinata area e collegati tra loro tramite una rete di cavidotti, costituisce un parco eolico a sua volta collegato ad una Stazione Elettrica dove viene fatta confluire tutta l'energia prodotta per poi essere distribuita alla Rete Elettrica Nazionale.
L'energia eolica è una fonte rinnovabile, in quanto non richiede alcun tipo di combustibile, ma utilizza l'energia cinetica del vento non provocando emissioni dannose per l'uomo e per l'ambiente. In particolare, questo impianto come si può vedere dalla relazione **06W.AU.R14_Studio anemologico e produzione energetica** produrrà **6.926.000 KWh/anno** garantendo un risparmio di emissioni pari a 4,9 g di CO_2 / KWh ovvero **oltre 33.937 t di CO_2/anno**.
L'aerogeneratore previsto in progetto è costituito da quattro elementi principali:

- Plinto di fondazione;
- Torre di sostegno;
- Navicella con organi meccanici di trasmissione;
- Rotore a tre pale.

La fondazione ancora la turbina, contribuendo a scaricare sul terreno tutte le forze agenti su di esso. La torre sostiene la navicella e smorza le forze provocate dalla rotazione delle pale e dall'orientamento della navicella. La navicella contiene tutte le apparecchiature necessarie alla conversione dell'energia del vento (meccanica) in energia elettrica: l'albero lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico, il trasformatore elevatore, il sistema di controllo e gli ausiliari.

2.2 Oggetto dei lavori

Oggetto del presente documento è la descrizione, sulla base delle specifiche tecniche, di tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il disciplinare contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

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

3 COMPONENTI DELL'IMPIANTO

Scavi

L'area interessata dalla realizzazione del parco eolico sarà oggetto di scavi per l'esecuzione delle opere di fondazione delle torri, dei manufatti a servizio dell'impianto, per la posa dei cavi elettrici e dei sottoservizi.

Lo scavo di fondazione della torre sarà a sezione ampia, di forma cilindrica, con base circolare avente raggio di 16,6 m e con profondità di circa 2,9 m (Riferimento **06W.AU.T.30.01 Fondazione WTG – Pianta 06W.AU.T.30.02 Fondazione WTG - Sezione**).

Gli scavi dei manufatti saranno a sezione ampia e di dimensioni ricavabili dalle tavole di progetto con profondità tale da raggiungere una quota che garantisca la sicurezza del manufatto stesso e da non interessare il terreno vegetale. Inoltre, la fondazione è stata accuratamente posizionata su terreno completamente in scavo per garantire la migliore portanza.



Gli scavi a sezione ristretta, necessari per la posa dei cavi, avranno profondità di 1,2 metri e larghezza di circa 40/50 cm, come da progetto.

Gli scavi, effettuati con mezzi meccanici, saranno realizzati evitando scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque rinvenienti dalla superficie non abbiano a riversarsi nei cavi. Ove necessario si adotteranno sbatacchiature ed opere provvisionali per il puntellamento delle pareti, costituite da tavole orizzontali di spessore minimo di 5 cm fissate in gruppi di 3-4 con traverse verticali e compresse mediante sbatacchi trasversali contro le pareti dello scavo.

I materiali rinvenenti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno temporaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi. Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro.

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

Plinto di fondazione

Nella progettazione delle opere di fondazione si deve assicurare che il piano di posa sia situato ben al di sotto della coltre del terreno vegetale e dallo strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionali; inoltre, il piano di posa deve garantire il riparo da fenomeni di erosione superficiale delle opere di fondazione in oggetto. Si sottolinea che la struttura di fondazione in oggetto, non risultando in vicinanza di manufatti esistenti, non influenzerà il comportamento di altri manufatti.

Il piano di posa sarà opportunamente regolarizzato con conglomerato cementizio magro. Le azioni di progetto prese in considerazione sono:

- Azioni dovute al peso proprio;
- Azioni dovute ai carichi permanenti;
- Azione del vento;
- Azione termica;
- Azione sismica (ai sensi delle NTC 2018).

Ai fini della progettazione delle strutture di fondazione saranno tenute in conto le seguenti combinazioni, per avere i casi di verifica più severi.

- Peso proprio sul plinto + azioni permanenti della torre + azioni dovute al vento.
- Peso proprio sul plinto + azioni permanenti della torre + azioni dovute al vento + azione sismica.
- Inoltre, per le fondazioni delle torri verranno effettuate:
    - la verifica di stabilità a ribaltamento, assicurando che il momento ribaltante sia minore del momento stabilizzante;
    - la verifica di stabilità alla traslazione, assicurando che la risultante delle forze alla traslazione siano minori della risultante delle forze che si oppongono alla traslazione;
    - la verifica della portanza del terreno di fondazione, assicurando che la portanza del terreno sia maggiore della tensione massima;
    - verifica dei cedimenti assoluti e differenziali.

La fondazione dell'aerogeneratore sarà costituita da un plinto in calcestruzzo di cls armato di forma tronco-conica con diametro pari a 16,6 m ed altezza pari a 2,9 m (fig. 1).

Riferimento allegato al progetto **06W.AU.T.30.01 Fondazione WTG – Pianta 06W.AU.T.30.02 Fondazione WTG – Sezione**.

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

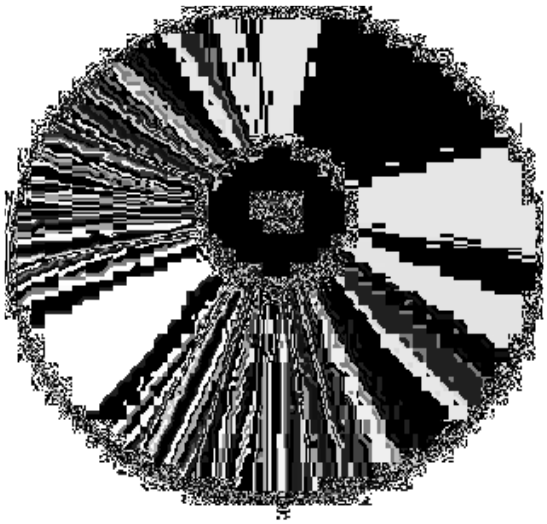


Figura 1 - Fondazione Tipo

All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia di ancoraggio metallica cilindrica dotata di una flangia superiore di ripartizione dei carichi ed una flangia inferiore di ancoraggio (fig. 2). Entrambe le flange sono dotate di due serie concentriche di fori che consentiranno il passaggio di barre filettate ad alta resistenza e, a quella superiore tramite un giunto bullonato, verrà unito il modulo tubolare di base della torre stessa.

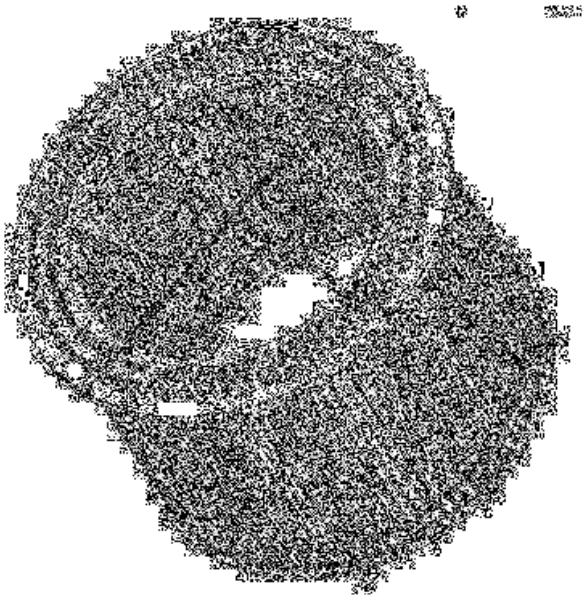


Figura 2 Sistema di ancoraggio della torre annegato nella fondazione

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

Le dimensioni del plinto scaturiscono da un pre-dimensionamento che dovrà essere opportunamente confermato in sede di progetto esecutivo.

I materiali da utilizzare saranno, salvo diverse prescrizioni del progetto esecutivo:

- Calcestruzzo C 20/25 per il magrone;
- Acciaio per armatura c.a. B450C;
- Calcestruzzo ad alta resistenza C 35/45 additivato per raggiungere una consistenza di grado S5 per il plinto;

-Calcestruzzo ad altissima resistenza C 45/55 additivato per raggiungere una consistenza di grado S4 per il colletto del concio di base;

-Malta cementizia con nanotecnologie ad alta resistenza del tipo Masterflow 9002 per l'inghisaggio della flangia superiore del sistema di ancoraggio di base.





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

Nella fondazione, oltre al sistema di ancoraggio della torre, saranno posizionate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli idonei collegamenti alla rete di terra.

Il sito della torre sarà oggetto di indagini puntuali finalizzate a determinare la successione stratigrafica, la natura degli strati e le caratteristiche geologiche-geotecniche di ciascuno strato, la presenza di fenomeni carsici e di eventuali sacche di materiale incoerente non compatibile con le sollecitazioni indotte dalle sovrastrutture e necessarie, quindi, di preventiva bonifica.

Per la progettazione si sono applicate le nuove N.T.C. di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modificazioni.

Per quanto attiene i materiali, in particolare la classe della miscela di calcestruzzo da utilizzare, oltre alle caratteristiche di resistenza meccanica necessarie per la sicurezza strutturale in relazione alle sollecitazioni agenti, dovranno considerarsi le caratteristiche dell'ambiente di posa in opera in relazione ai rischi di corrosione delle armature o di attacco chimico connesse, per soddisfare i requisiti di durabilità dell'opera.

Componenti Aerogeneratore

Una breve premessa è d'obbligo. Gli aerogeneratori presi attualmente in considerazione nella progettazione sono di due tipi (ma non sono gli unici presenti sul mercato):

- **Enercon E138**
- **Vestas V136**

Le caratteristiche dimensionali sono molto simili e, entrambi i modelli sono già stati trasportati ed installati nell'area intorno al sito considerato.

ENERCON E138:

- Diametro rotore: 138 metri
- Altezza torre: 111 metri
- Altezza massima al tip: 180 metri

VESTAS V136:

- Diametro rotore: 136 metri
- Altezza torre: 112 metri
- Altezza massima al tip: 180 metri

Torre di sostegno

La torre di sostegno di tipo tubolare avrà una struttura in acciaio ed un'altezza complessiva fino all'asse del rotore pari a 111 / 112 m, con forma tronco-conica, e sarà costituita da 4/5 tronchi (secondo il modello che verrà di fatto installato possono esserci alcune piccole differenze). Il collegamento tra le singole sezioni sarà realizzato in cantiere tramite flange bullonate fra loro. Il design dei tubi in acciaio è scelto in modo tale da permettere una combinazione modulare dei segmenti alle altezze al mozzo necessarie. Le sezioni di cui si compone la torre saranno realizzate in officina quindi trasportati e montati in cantiere. La protezione dalla

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

corrosione necessaria è realizzata da un rivestimento a più strati da sistemi di verniciatura conformi alla specificazione di protezione dalla corrosione.

Le singole sezioni della torre saranno dotate di relative piattaforme di montaggio, sistemi di scale con elementi di sostegno, sistemi di illuminazione a norma e sistemi di illuminazione di emergenza. Dalla base si può raggiungere la navicella, posizionata sulla sommità della torre, attraverso una scala interna dotata di dispositivi anticaduta e/o ascensore di servizio.

Nella tabella seguente dettaglio delle dimensioni e del peso dei singoli componenti della torre di sostegno:

T111	Length	Dmin	D max	Weight
Section 1	29,69 m	4,28 m	4,43 m	64.840 kg
Section 2	29,69 m	4,30 m	4,45 m	75.960 kg
Transition Steel/MST Section 3	24,24 m	4,38 m	4,49 m	78.100 kg
Delivery Unit MST Section 4	11,85 m	2,81 m	1,16 m	22.700 kg
Delivery Unit MST Section 5	11,85 m	2,62 m	1,01 m	21.300 kg
Delivery Unit MST Section 5 w door	11,85 m	2,62 m	0,74 m	14.970 kg
Tower Bolts 20'	6,10 m	2,44 m	2,60 m	20.000 kg
Tower Coupling Plates	6,10 m	2,44 m	2,60 m	8.000 kg
Tower Internals 40'	6,10 m	2,44 m	2,60 m	20.000 kg

In corrispondenza di ogni tronco della torre, è prevista una piattaforma di sosta (piattaforma di flangia) che interrompe la salita; internamente l'illuminazione della torre viene garantita con continuità da un sistema di emergenza. Per evitare di raggiungere frequentemente la navicella attraverso la scala, i sistemi di controllo del convertitore (MV switchgear) e di comando (Contro Cabinet) dell'aerogeneratore sono posizionati su una piattaforma alla base della torre. Dalla navicella l'energia prodotta viene trasportata ai quadri a base torre attraverso cavi schermati che scendono in verticale all'interno di una passerella.

Tutti i segnali di controllo infine vengono trasmessi alla navicella attraverso cavi a fibre ottiche. Per garantire la protezione alla corrosione, la torre sarà rivestita con un sistema di verniciatura multistrato in conformità alla norma EN ISO 12944; tutte le saldature saranno verificate a raggi X o con equivalenti sistemi ad ultrasuoni. La finitura esterna della struttura sarà di colore chiaro tipo RAL 7035.

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

Navicella

La navicella è il corpo centrale dell'aerogeneratore, costituita da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in matrice epossidica), è vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata.

	COMPONENTI DELLA NAVICELLA
1	Sistema di regolazione dell'angolo di calettamento delle pale
2	Pala
3	Cuscinetti per rotazione (sull'asse) delle pale
4	Disco di bloccaggio del rotore
5	Cuscinetti rotore
6	Porta di sicurezza del rotore
7	Albero del rotore
8	Gearbox o Moltiplicatore di giri
9	Freno meccanico del rotore
10	Scatola di contenimento del generatore
11	Generatore
12	Sistemi di controllo atmosferici (anemometro, indicatore di direzione, termometro)
13	Sistema di chiusura della navicella
14	Rotor hub
15	Bulloni di bloccaggio del rotore
16	Sistema di trasmissione della rotazione della navicella
17	Freno del sistema di rotazione della navicella
18	torre
19	Sistema di cuscinetti per la rotazione della navicella sulla torre
20	Cuscinetti di torsione
21	Accoppiamento generatore, moltiplicatore di giri
22	Machine Carrier

Figura 3 Navicella e sua composizione interna (generica)

La sospensione su tre punti del gruppo di trasmissione con un cuscinetto centrale del rotore e due supporti elastici a sostegno della scatola ingranaggi, nella sua configurazione a cono inclinato, permette di ottenere una costruzione leggera e molto compatta del basamento che, seppure in acciaio saldato, ha tuttavia un alto grado di rigidità. L'alta impedenza del basamento rigido apporta un efficace disaccoppiamento dei rumori originati dalla scatola degli ingranaggi. Tutti i componenti sono assemblati modularmene sul basamento. Ciò

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

consente l'utilizzo di una gru di dimensioni ridotte per l'assemblaggio in sito e semplifica i successivi lavori di manutenzione e riparazione.

La navicella contiene l'albero lento, unito direttamente al mozzo, che trasmette la potenza captata dalle pale al generatore attraverso un moltiplicatore di giri; il generatore è del tipo asincrono, a doppia alimentazione, tensione ai morsetti pari a 750 V e frequenza di 50/60 Hz; la potenza nominale 2500 kW. L'ogiva è grande a sufficienza per consentire di accedere direttamente, dalla navicella, ai sistemi di controllo del passo, situati all'interno del mozzo, per eseguire la manutenzione. Per l'assorbimento acustico l'intera navicella è rivestita di materiale fonoassorbente.

	Peso [Kg]	**Lunghezza [m]**	**Larghezza [m]**	**Altezza [m]**
Nacelle	71.000	14,060	4,990	3,400

Figura 4 Dimensioni Navicella ENERCON E 138 – 111 [m]

Rotore

Il rotore è costituito da un mozzo (hub) e da 3 pale ad esso ancorate. Il diametro del rotore, per le macchine in progetto, è pari a 138 m mentre le singole pale hanno una lunghezza di 68,62 m. Queste ultime sono fabbricate in materiale composito formato da fibre di vetro in matrice epossidica e fibre di carbonio rinforzate.

	Peso [kg]	**Lunghezza [m]**	**Larghezza [m]**	**Altezza [m]**
Blade E138	23.700	68,62	3,92	3,35

Figura 5 Peso e dimensione delle Blades (caso Enercon E 138)

La pala del rotore viene testata staticamente e dinamicamente in conformità alle linee guida IEC 61400-23 e DNVGL- ST-0376(2015). Al fine di ottimizzate il livello di rumore, le pale possono essere dotate di dentellature. Tali elementi sono costituiti da più componenti in plastica grigio chiaro con lunghezze comprese tra 0,3 e 0,5 m fissati al bordo di fuga delle lame.

La velocità di rotazione prevista va da un minimo di 5,5 rpm ad un massimo di 11,1 rpm. Associato ad un sistema di regolazione del passo delle pale (pitch system), il rotore garantisce le migliori prestazioni possibili, infatti, si può adattare alla specifica della rete elettrica e, nello stesso tempo, ridurre le emissioni acustiche. Il sistema di regolazione del passo serve a regolare l'angolazione delle pale del rotore in funzione dati di input del sistema di controllo.

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

Le pale sono costruite con un profilo alare che ottimizza la produzione di energia in funzione della velocità variabile del vento. Per offrire il minore impatto possibile al paesaggio ed all'ambiente, le pale saranno verniciate con colore tipo RAL 7035. Per le segnalazioni di sicurezza aerea e di visibilità, quando previsto, il Tip-End (le estremità delle stesse) delle pale potrà avere una colorazione RAL 2009 (traffic orange) o RAL 3020 (traffic red). È previsto un sistema parafulmine integrato che protegge le pale dalle scariche atmosferiche.

Considerando l'altezza della torre ed il diametro del rotore, in ogni caso, l'altezza totale massima dell'aerogeneratore (TIP) non supererà i 180,00 m.

L'interfaccia tra il rotore ed il sistema di trasmissione del moto (drive train) è il mozzo (hub).

I cuscinetti delle pale sono imbullonati direttamente sul mozzo, che sostiene anche le flange per gli attuatori di passo e le corrispondenti unità di controllo.

Il gruppo mozzo è schermato secondo il principio della gabbia di Faraday, in modo da fornire la protezione ottimale ai componenti elettronici installati al suo interno.

Il mozzo sarà realizzato con una struttura in unica fusione a forma combinata di stella e sfera, in modo tale da ottenere un flusso di carico ottimale con un peso dei componenti ridotto e con dimensioni esterne contenute. La costruzione sferoidale combina elevata resistenza meccanica e duttilità.

Durante il funzionamento, i sistemi di controllo della velocità e del passo interagiscono per ottenere il rapporto ottimale tra massima resa e minimo carico.

Nel caso in cui la velocità del vento sia bassa il generatore eolico opera a passo delle pale costante e velocità del rotore variabile, sfruttando costantemente la miglior aerodinamica possibile al fine di ottenere un'efficienza ottimale. A potenza nominale e ad alte velocità del vento il sistema di controllo del rotore agisce sull'attuatore del passo delle pale per mantenere una generazione di potenza costante.

Le raffiche di vento fanno accelerare il rotore che viene gradualmente rallentato dal controllo del passo. Questo sistema di controllo permette una riduzione significativa del carico sul generatore eolico fornendo contemporaneamente alla rete energia ad alto livello di compatibilità.

Le pale sono collegate al mozzo mediante cuscinetti ed il passo è regolato autonomamente per ogni pala. Gli attuatori del passo, che ruotano con le pale, sono motori a corrente continua e agiscono sulla dentatura interna dei cuscinetti tramite un ingranaggio a bassa velocità. Per sincronizzare le regolazioni delle singole pale viene utilizzato un controller sincrono molto rapido e preciso.

Per mantenere operativi gli attuatori del passo in caso di guasti alla rete o all'aerogeneratore ogni pala del rotore ha un proprio set di batterie che ruotano con la pala. Gli attuatori del passo, il carica batteria ed il sistema di controllo sono posizionati nel mozzo in modo da essere completamente schermati e quindi protetti in modo ottimale contro gli agenti atmosferici o i fulmini.

Oltre a controllare la potenza in uscita il controllo del passo serve da sistema di sicurezza primario.

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

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

Sistema di controllo e sistema elettrico

Ogni funzione dell'aerogeneratore viene monitorata e controllata attraverso un sistema connesso in tempo reale ad un Programmable Logic Controller (PLC). I segnali originati dagli aerogeneratori vengono trasmessi attraverso sensori di cavi a fibre ottiche. I dati raccolti dalle macchine vengono registrati e analizzati attraverso un computer, collegato al sistema, da cui è possibile anche regolare i valori di velocità del rotore e del passo delle pale. Questo sistema garantisce quindi anche la supervisione dell'impianto elettrico e del meccanismo di regolazione del passo ubicato nel mozzo. Restituisce tutte le informazioni relative alla velocità del rotore e del generatore, alla tensione di rete, alla frequenza, alla fase, alla pressione dell'olio, alle vibrazioni, alle temperature di funzionamento, allo stato dei freni, ai cavi e perfino alle condizioni meteorologiche. Le apparecchiature e i meccanismi più sensibili vengono monitorati continuamente e, in caso di emergenza, è possibile arrestarne il funzionamento attraverso un circuito cablato, anche senza l'uso di un computer e di un'alimentazione esterna. Con questo tipo di sistema di controllo, è possibile monitorare tutte le componenti l'impianto anche a distanza, attraverso un computer collegato in remoto. In questo modo possono essere attivate in tempo reale le operazioni di manutenzione e si può garantire la continuità di funzionamento dell'impianto. Il sistema di controllo è inoltre strutturato a vari livelli, ognuno protetto da password.

Tra il rotore e lo statore è collegato un convertitore tramite il quale viene variata la frequenza delle grandezze rotoriche in modo da realizzare il funzionamento a velocità variabile. La trasmissione della potenza dall'albero lento al generatore elettrico avviene tramite un moltiplicatore. La strategia di controllo aerodinamico utilizzata è il Pitch System che consente di ottimizzare la potenza erogata diminuendo o aumentando l'efficienza aerodinamica delle pale a seconda delle condizioni di ventosità.

Il generatore è protetto da una capsula che lo riveste completamente. Il calore prodotto viene disperso nell'atmosfera mediante uno scambiatore aria-aria che fa uso di canali fonoassorbenti. Il convertitore è controllato da un microprocessore a modulazione di ampiezza d'impulso.

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

Sistemi di sicurezza

Le turbine eoliche Vestas sono dotate di attrezzature e accessori completi per la sicurezza personale e della turbina garantendone il funzionamento continuo. L'intera turbina è progettata in conformità alla Direttiva Macchine 2006/42/CE e certificata secondo la norma IEC 61400.
Se vengono superati alcuni parametri relativi alla sicurezza del sistema i sensori di sicurezza trasmettono i dati al sistema di controllo tramite un sistema bus per la loro valutazione. Da lì, il sistema viene fermato tramite attuatori e posto in sicurezza.
A seconda della causa dello spegnimento vengono attivati diversi programmi di frenatura. In caso di cause esterne, come una velocità troppo elevata del vento o la temperatura di funzionamento scesa al di sotto del valore minimo, il sistema viene lentamente rallentato tramite la regolazione del passo della pala del rotore.
Altre opzioni di sicurezza sono utilizzate per disattivare in modo sicuro gli ingranaggi per lavori di manutenzione.

Protezione da fulmini e sovratensioni, compatibilità elettromagnetica (EMC)

La protezione contro i fulmini o le sovratensioni della turbina eolica si basa sul concetto di zona di protezione dai fulmini conforme all'EMC, che comprende l'implementazione di sistemi integrati di protezione dai fulmini in considerazione della norma IEC 61400-24.
La turbina eolica ricade nel livello di protezione I dai fulmini: tutti i componenti di protezione interna ed esterna sono progettati in conformità a questo livello di protezione.
La turbina eolica con le proprie apparecchiature elettriche, gli strumenti di misura e controllo, protezione, informazione e telecomunicazione soddisfa i requisiti EMC secondo IEC 61000-6-2 e IEC 61000-6-4.

4 DATI TECNICI TURBINA

Di seguito sono riportate le tabelle con le principali caratteristiche tecniche dimensionali e di funzionamento della macchina in oggetto "ENERCON E 138 – 2,5 MW":

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

Tab. 18: Operating data

Characteristic			Value	Unit	
Nominal power (power-optimised operating mode)[9]	Max. sound power level (power-optimised operating mode)	4260	106.0	kW	dB(A)
Nominal power (noise-reduced operating modes)	Max. sound power level (noise-reduced operating modes)	4080	105.0		
		3870	104.0		
		3700	103.2		
		3000	101.0		
		2240	99.0		
Nominal wind speed (power-optimised operating mode)			13.0	m/s	
Nominal speed (power-optimised operating mode)			11.1	rpm	
Speed setpoint (power-optimised operating mode)			11.1	rpm	
Cut-in wind speed[9]			2	m/s	
Power reduction wind speed[10]			22	m/s	
Cut-out wind speed[9;11]			28	m/s	
Lower power-feed speed			4.4	rpm	
Maximum idle speed			2.5	rpm	

4.1 CAVI DI COLLEGAMENTO

Il cavidotto per il collegamento dell'aerogeneratore alla RTN misura 273 metri.

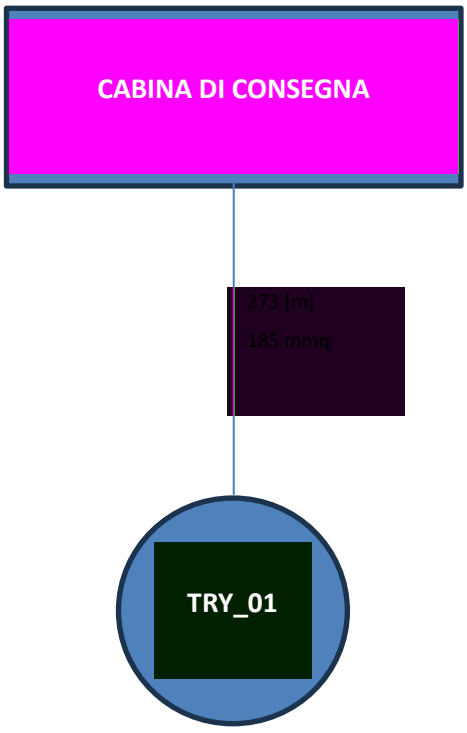


Figura 6 Schema FUNZIONALE IMPIANTO EOLICO

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

I cavi utilizzati saranno a norma (CEI 20-13) e del tipo ARG7H1R 26/45 kV ed interrati ad una profondità non inferiore a 1,1 m. Le condizioni di posa saranno conformi alla modalità di posa M prevista dalla norma CEI 11-17 per i sistemi di II categoria.

La protezione da sovracorrenti (cortocircuito e sovraccarico) avverrà con interruttori di taglia opportuna installati immediatamente a valle dei trasformatori.

La protezione dai contatti diretti e indiretti avverrà grazie alla guaina protettiva di ciascun cavo e dal collegamento a terra dei rivestimenti metallici dei cavi alle estremità di ciascuna linea.

La stessa trincea utilizzata per la posa dei cavi elettrici sarà utilizzata per l'interramento (in tubazione) di cavi di controllo e comunicazione, utilizzati per la trasmissione di dati fra le torri.

La caduta di tensione operativa risulterà inferiore al 4% come imposto dalle vigenti norme CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo e modalità di posa".

Messa a terra dello schermo dei cavi

Lo schermo dei circuiti va collegato a terra ad entrambe le estremità, ed è inoltre consigliato collegare a terra lo schermo in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori a 5 km (il cavidotto interno al Parco eolico ha una misura inferiore).

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

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

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

Inoltre, lo schermo del cavo che collega due impianti di terra separati deve essere in grado di portare la parte della corrente di guasto che si stabilisce tra i due impianti di terra.

Giunti e terminali per cavi

I giunti e i terminali sui cavi vanno eseguiti secondo le istruzioni del fabbricante e da personale appositamente istruito. Il giunto e il terminale alterano il campo elettrico radiale nel cavo e costituiscono un punto critico nella tenuta dielettrica. L'interruzione dello schermo e del semiconduttore ad esso collegato sull'isolante ha

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

un elevato campo elettrico "effetto punta" che potrebbe provocare in breve tempo il cedimento dell'isolante stesso. Si riduce il campo elettrico mediante una guaina di materiale con costante dielettrica maggiore di quella dell'isolante primario del cavo.

5 SPECIFICA TECNICA CABINA DI CONSEGNA

La cabina di consegna avrà le seguenti caratteristiche generali. È destinata a contenere i quadri di comando e controllo del Parco Eolico, gli apparati di tele-operazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione. La costruzione dell'edificio è di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile. La copertura con tetto ad una falda, coerentemente con quelle già costruite al servizio di altri parchi eolici, opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi realizzati in alluminio anodizzato naturale. Particolare cura è osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione. Tale edificio conterrà seguenti locali:

- locale controllo e comando;
- locale quadri BT;
- locale quadri MT;
- locale misure.

Il sistema scelto per la protezione, il comando e controllo dell'impianto apparterrà ad una generazione di apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni di acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione. Esso sarà conforme all'allegato A17 del Codice di Rete redatto da TERNA "Sistemi di controllo e protezione delle centrali eoliche". Per le apparecchiature periferiche di protezione e controllo sono previsti dei chioschi prefabbricati posizionati nelle immediate vicinanze dei TA e degli interruttori.

SPECIFICA TECNICA QUADRI MT

I quadri a 15 kV saranno installati all'interno della cabina di consegna (protezione e sezionamento delle linee provenienti dalla cabina di consegna, protezione generale della linea di collegamento al trasformatore elevatore secondo norma CEI 0-16).

Caratteristiche elettriche principali:

- Tensione di esercizio 15 kV

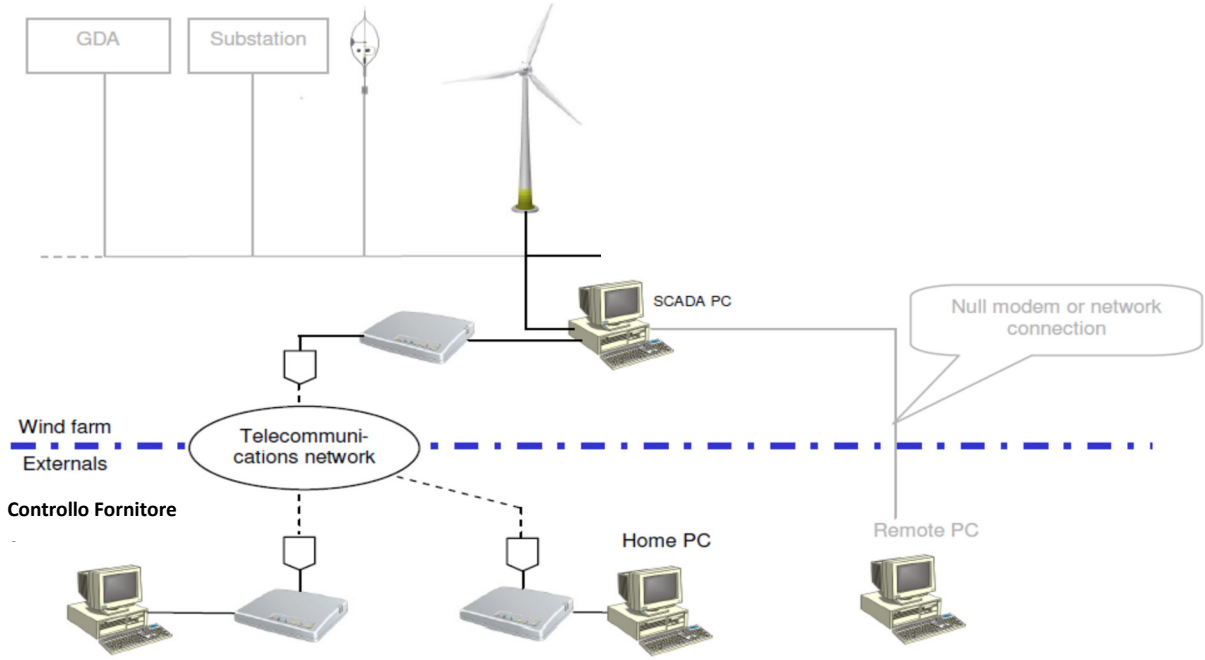
Il presente documento è di proprietà esclusiva della TRYNYTY WIND srl, non potrà essere duplicato e/o copiato in nessuna delle sue parti. La TRYNYTY WIND srl si riserva il diritto di ogni modifica.
This paper is TRYNYTY WIND srl's exclusive property. No copies and/or duplications of any of its parts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

- Frequenza nominale 50 Hz
- N° fasi 3
- Corrente nominale sbarre principali 1250A
- Corrente nominale sbarre derivazione 630/1250A
- Corrente nominale ammissibile di breve durata 20 kA
- Corrente nominale di picco 50 kA
- Potere di interruzione degli interruttori alla V nominale 20 kA
- Durata nominale del corto circuito 3 sec

6 SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO

Descrizione del sistema di protezione, comando e controllo

Il sistema di protezione, comando e controllo provvederà alla sicura ed efficiente gestione sia dei singoli componenti che dell'impianto visto nel suo insieme, garantendone in ogni istante le proprietà di controllabilità, osservabilità e raggiungibilità.



La **controllabilità** consiste nella possibilità di analizzare in tempo reale o differito lo stato dell'impianto, attraverso la conoscenza delle variabili acquisite (stati, misure, allarmi, eventi, trasferimento di file).

L'**osservabilità** definisce la possibilità di estrarre informazioni dall'impianto stesso.

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

La **raggiungibilità** implica la possibilità di poter interagire con l'impianto (tramite comandi e regolazioni). Le suddette proprietà consentiranno l'espletamento delle seguenti attività:

a) conduzione: attuazione delle manovre di esercizio normale e di emergenza avvalendosi della conoscenza in tempo reale dello stato dell'impianto;

b) teleconduzione: remotizzazione totale o parziale dell'attività di conduzione;

c) telecontrollo: invio al sistema di controllo centralizzato del cliente di informazioni in tempo reale (stati, eventi, allarmi, misure) o in tempo differito;

d) manutenzione: operazioni ed interventi atti a conservare, migliorare o ripristinare il livello di efficienza dell'impianto.

Per sistema di comando e controllo si intende il complesso degli apparati e circuiti predisposti a fini di comando degli organi di protezione, di registrazione locale, di misura, di rilevazione di segnali di stato, di anomalia, di perturbazione, di sintesi degli stessi, di segnalazione sui quadri locali di comando, di interfacciamento con gli apparati di comando e controllo remoti. Al par. 8 della Norma CEI 11-1 sono indicati alcuni requisiti generali del sistema di protezione, comando e controllo riferito ai seguenti aspetti:

i. funzionali (es. funzioni di protezione, manovre elementari, sequenze logiche, controlli ed interblocchi, grandezze processate, segnalazioni visive, etc.);
ii. di configurabilità, parametrizzazione e taratura (campi di regolazione, parametri regolabili, I/O, etc.)
iii. di precisione;
iv. di autodiagnostica, monitoraggio interno ed interfaccia uomo-macchina (MMI);
v. di compatibilità, in termini di interfacce e comunicazione, con altri sistemi.

Il sistema di comando, di tipo modulare e di facile espandibilità, avrà di base la seguente filosofia:

i. dovrà ottimizzare l'uso dello stallo minimizzando il numero di manovre nel massimo rispetto della sicurezza;
ii. dovrà permettere quante più manovre possibili (al limite tutte) anche dalla centrale di controllo remota, condizionando tali manovre con opportuni interblocchi hardware e software, di modo che la teleconduzione avvenga in massima sicurezza, evitando manovre con personale presente in stazione o addirittura in campo.

Pertanto, la teleconduzione da centro remoto sarà verificata e subordinata ad effettive condizioni di sicurezza per il personale addetto. Più in generale la possibilità di diverse modalità di comando impone un coordinamento tra di esse: non sarà possibile la presenza contemporanea di due modalità di comando ed

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

eventualmente sarà definito un livello di priorità. Le manovre devono essere condizionate da interblocchi che evitino sequenze pericolose per il personale, dannose per gli organi stessi o comunque incompatibili per il loro stato.

Il comando interruttori proveniente dalle protezioni utilizzerà una via diretta e indipendente dalle altre: a prescindere dalla possibilità di comando remoto, le apparecchiature saranno predisposte per poter governare l'impianto in locale a livello di stallo. La conduzione locale avverrà da opportuno pannello di comando installato all'interno del locale comando e controllo dell'edificio utente.

In pratica il comando e controllo dell'impianto avverrà su tre livelli:

a) livello di stallo;

b) livello di stazione;

c) livello remoto.

Le funzioni di acquisizione dati, monitoraggio locale e comando, interblocchi, protezione, sono collocati a livello di stallo. Le funzioni di supervisione, monitoraggio, comando, registrazione di eventi e allarmi, reporting storico, diagnosi sono collocate a livello di stazione. I due livelli comunicheranno fra loro tramite opportuno sistema. Tipicamente la connessione fisica avviene tramite porta seriale, tra il pannello del livello di stallo e il computer server del livello di stazione.

Inoltre, tale computer server sarà collegato tramite rete geografica (ADSL) al livello remoto in cui saranno collocate le stesse funzioni del livello di stazione ovvero le funzioni di supervisione, monitoraggio, comando, registrazione di eventi e allarmi, reporting storico e diagnosi.

Il livello di stallo è fisicamente rappresentato da un pannello di controllo (componente di classe secondaria) direttamente collegato con gli organi di manovra, TA e TV (componenti di classe primaria), installato nel locale comando e controllo. Il livello di stazione sarà fisicamente rappresentato da un computer server, in cui saranno installati opportuni software che permetteranno di acquisire i dati provenienti dal livello inferiore, elaborarli ed impartire comandi ai dispositivi di livello inferiore stessi.

Anche il livello remoto sarà fisicamente rappresentato da un computer server con gli opportuni software di acquisizione ed elaborazione dati e per l'invio di segnali di comando, è sarà installato nella centrale di controllo remota.

Gli apparati a livello di stallo sono di classe primaria (apparecchi di manovra, TA e TV) e classe secondaria (componenti dedicati alla protezione e controllo dei componenti primari).

Pertanto ciascun componente di classe primaria dovrà essere "accessoriato" con componenti di classe secondaria. Tali componenti dovranno "dialogare" fra loro e con il livello superiore (livello di stazione), che comprende l'apparecchiatura di supervisione e monitoring. Il protocollo di interfaccia dovrà essere tale da assicurare la comunicazione con il PC-server del livello di stazione.

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

Pertanto, l'accesso all'intera stazione avviene attraverso le apparecchiature a livello di stallo di "classe secondaria", intendendo per accesso l'acquisizione di dati e la possibilità di impartire comandi.

Le principali funzioni che genericamente sono denominate di "protezione e controllo" sono:

i. Protezione
ii. Misure
iii. Monitoring
iv. Supervisione
v. Controllo

I dispositivi a livello di stallo (dispositivo di controllo e supervisione, relé di protezione, trasduttori), sono fisicamente installati in un unico pannello installato nel locale di comando e controllo.

Il dispositivo a livello di stallo dovrà assicurare almeno le seguenti funzioni base:

i. Monitoraggio locale
ii. Comando
iii. Ordini di apertura/chiusura
iv. Interblocchi
v. Richiusura automatica unipolare, tripolare,uni-tripolare
vi. Clock interno
vii. Informazioni su data e ora (leggibili a livelli superiori)
viii. Gestione di eventi e allarmi
ix. Funzioni di controllo

Pertanto, oltre ad acquisire ed elaborare i segnali binari di ingresso provenienti dai dispositivi di misura e protezione, detto pannello di stallo, sarà equipaggiato con un modello di comando per inviare gli ordini di apertura/chiusura all'apparecchiatura di manovra.

I dispositivi a livello di stallo per il controllo e la supervisione dell'apparecchiatura primaria, acquisiranno direttamente i dati delle apparecchiature primarie stesse, tipicamente con tecnologia convenzionale, cioè fili e contatti.

Funzioni software, normalizzate o adattate alle esigenze del cliente, quali il comando degli apparecchi AT, gli interblocchi, la richiusura automatica, saranno effettuate a livello di stallo con lo stesso hardware del pannello di controllo. Il sistema così progettato con un livello di stallo rappresentato da un terminale di controllo (componente di classe secondaria) direttamente collegato con gli organi di manovra, TA e TV (componenti di classe primaria), assicurerà anche nel caso di perdita della comunicazione tra i due livelli (livello di stallo e livello di stazione):

i. Funzionalità della protezione

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

ii. Controllo dell'apparecchiatura primaria

iii. Monitoraggio dello stato dell'apparecchiatura primaria

iv. Visualizzazione degli allarmi più importanti a livello di stallo.

Inoltre, si provvederà affinché opportune sicurezze evitino manovre da remoto in concomitanza di presenza di operatori in campo.

Le soluzioni realizzative proposte dovranno essere individuate nel rispetto dei seguenti requisiti:

i. Aderenza agli standard internazionali tecnici e di mercato (MMI, importazione / esportazione dei dati, protocolli di commutazione);

ii. Interoperabilità, al fine di minimizzare lo sforzo di integrazione tra apparati di costruttori o serie costruttive diversi;

iii. Remotizzazione delle funzioni diagnostiche e di configurazione degli apparati;

iv. Modularità ed adattabilità delle apparecchiature a diverse configurazioni/espansioni di impianto;

v. Gestione flessibile degli aggiornamenti (scalabilità);

vi. Affidabilità;

vii. Adeguatezza delle prestazioni;

viii. Conformità alla normativa internazionale di riferimento in termini di compatibilità elettromagnetica, immunità, caratteristiche elettriche e meccaniche;

ix. Compatibilità con il sistema di controllo del Cliente.

7 SISTEMA SERVIZI AUSILIARI

Sistema di distribuzione in corrente alternata

Il sistema di distribuzione in corrente alternata sarà costituito da:

- N. 1 trasformatore di distribuzione, 200 kVA, 15/0,4 kV, isolamento in olio;
- n. 1 quadro di distribuzione 400 / 230 V. I carichi alimentati saranno i seguenti:
- quadro BT edificio (prese F.M. interne, illuminazione interna);
- alimentazione motore variatore sotto carico trasformatore;
- resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando;
- raddrizzatore.

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

Caratteristiche del trasformatore di distribuzione

- potenza nominale 200 kVA
- rapporto nominale 36+-2x2,5% / 0,4 kV
- tensione di c.to c.to 4 %
- collegamento Dyn11
- numero avvolgimenti 2
- isolamento in olio minerale
- raffreddamento naturale in aria

- esecuzione a giorno per interno
- n.2 morsetti di terra

Caratteristiche e composizione del quadro BT in corrente alternata

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione nominale 1000 V
- Tensione esercizio 400/230 V
- Corrente nominale 160 A
- Corrente c.to c.to 16 KA
- Forma 2
- Grado di protezione IP30 ed indicativamente sarà composto da:
- n. 1 arrivo con interruttore 4x160 A, scatolato, protezione magnetotermica, contatti ausiliari segnalazione scatto; equipaggiato con un gruppo misura costituito da voltmetro e amperometro Qb interruttori modulari bipolari-quadripolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione, alcuni interruttori saranno con blocco differenziale 300mA.

Sistema di distribuzione in corrente continua

Il sistema di distribuzione in corrente continua sarà costituito da:

- n.1 raddrizzatore carica batteria a due rami;
- n.1 batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità 150 Ah alla scarica di 10 ore.

I carichi alimentati saranno i seguenti:

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

- motori interruttori e sezionatore AT
- segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo.

Caratteristiche tecniche del raddrizzatore:

- n.1 raddrizzatore di corrente trifase/caricabatteria a due rami adatti per l'alimentazione stabilizzata delle utenze a 110 V cc ed alla contemporanea carica di una batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, capacità di 150 Ah alla scarica in 10 ore.

Caratteristiche elettriche principali:

Alimentazione c.a.:

- tensione nominale trifase 400 V ca +- 10 %
- frequenza 50Hz +- 5%
- Erogazione c.c ramo utenze:
- tensione alle utenze 110 V, stabilizzato a +-/1%
- corrente massima erogata 50 A
- ripple < 1%

Erogazione c.c ramo batteria:

- carica di mantenimento 2,27 V/elemento
- carica a fondo 2,4 V/elemento
- corrente massima erogata 50 A
- ripple < 1%
- funzionamento automatico,caratteristica IU

Strumenti:

- voltmetro e amperometro sul carico
- voltmetro e amperometro sulla batteria

Segnalazioni luminose e allarmi a morsettiera:

- rete regolare
- batteria in carica a fondo
- batteria in carica di mantenimento
- minima tensione batteria

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

- avaria erogazione
- sovraccarico
- sovratemperatura
- sovratensione

Caratteristiche di funzionamento del raddrizzatore

Il raddrizzatore carica batterie è a due rami (ramo batteria RB, ramo impianto RS), adatto all'alimentazione continua dei carichi permanenti e alla contemporanea ricarica di una batteria di accumulatori al Pb ermetici. Nelle condizioni normali il ramo RS alimenta i servizi ausiliari e il ramo RB ricarica la batteria. In caso di mancanza di rete o a una qualsiasi avaria, la batteria sarà commutata senza soluzione di continuità sull'impianto. Nel caso di avaria del ramo RS, il carico sarà trasferito al ramo RB con batteria in pieno tampone. Nella eventualità di avaria del ramo RB, la batteria verrà commutata sul ramo RS, il quale modificherà automaticamente la sua tensione in modo da predisporsi in carica di mantenimento della stessa.

Caratteristiche e composizione quadro distribuzione in corrente continua:

Il quadro sarà costruito in lamiera verniciata, spessore 2 mm, con struttura autoportante, fondo chiuso da piastre asportabili per ingresso cavi, accessibilità dal fronte:

- Tensione esercizio 110 V + - 10%
- Corrente nominale 250 A
- Corrente c.to c.to 10 kA
- Forma
- Grado protezione IP30 e sarà composto da:
- arrivo con sezionatore sottocarico 2x100 A segnalazione scatto;
- relè minima tensione, relè polo a terra, voltmetro e amperometro, interruttori modulari bipolari, protezione magnetotermica, contatto ausiliario di segnalazione posizione.

Caratteristiche batteria:

batteria di accumulatori ermetici al piombo con le seguenti caratteristiche principali:

- tensione nominale: 108V
- capacità nominale: 150 Ah alla scarica in 10 ore
- tipo: FIAMM SLA o equivalente
- vita attesa: 12 anni

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

La batteria, costituita da n.27 monoblocchi da 4V ciascuno, sarà contenuta in un apposito armadio metallico e sarà fornita completa dei normali accessori d'uso. L'armadio batteria sarà installato vicino al raddrizzatore.

CAVI BT

Cavi ausiliari multipolari con conduttori in corda flessibile in rame isolato in G7 sotto guaina di PVC tipo FG7OR 0,6/1kV, secondo norme CEI 20-22 II, sezione minima 2,5mm², per realizzare le connessioni ausiliarie tra le apparecchiature AT stazione utente di nuova fornitura ed i rispettivi armadi MK (ove presenti), il quadro controllo e protezioni, il quadro a 15kV, le batterie, il raddrizzatore, i quadri S.A e le cassette TV.

Illuminazione normale e forza motrice della cabina di consegna

L'impianto di illuminazione normale sarà realizzato con armature fluorescenti stagne AD-FT, con lampade 36W o 58W, reattore elettronico, montate a soffitto.

L'impianto di distribuzione forza motrice sarà realizzato con gruppo prese interbloccate. L'impianto elettrico sarà a vista utilizzando:

- tubi in PVC serie pesante, autoestinguente.
- cassette PVC
- conduttori N07VK

Illuminazione di emergenza

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà realizzato con armature fluorescenti stagne AD-FT, con 1 lampada 20 W, reattore elettronico con inverter, montate a soffitto.

L'impianto elettrico sarà a vista utilizzando:

- tubi in PVC serie pesante, autoestinguente.
- cassette PVC
- conduttori N07VK

Impianto di controllo accessi ed intrusione

L'area utente e i fabbricati saranno protetti dall'ingresso da persone non autorizzate tramite un sistema di antintrusione, composto da:

- Barriere perimetrali
- Contatti sulle porte di accesso
- Sirena
- Centrale elettronica di allarme

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

L'area utente sarà dotata di impianto di una videosorveglianza con n. 4 telecamere a colori e sarà dotato di videoregistratore digitale con capacità di stoccaggio immagine di 24h e sarà collegato su rete internet.

RETE DI TERRA

Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1. In particolare, si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI 11-1.

Tensioni di contatto e di passo

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto definitivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure;
In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m.

In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore.
In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti "M" di cui all'Allegato D della Norma CEI 11-1.

Rete di terra aerogeneratore

Il trasformatore elevatore di tensione avrà il primario collegato a stella, con il centro stella posto a terra e collegato con lo stesso impianto di messa a terra della turbina eolica. La connessione alla rete elettrica dovrà quindi essere eseguita in configurazione TN-S.
L'impianto di messa a terra deve essere predisposto in sede di realizzazione delle fondazioni e con collegamento ai ferri d'armatura. Esso sarà costituito da un conduttore di rame nudo da almeno 50 mmq posto orizzontalmente ad un metro di distanza dalla fondazione e ad un metro di profondità, che segue il perimetro della struttura fino a richiudersi su se stesso; esso sarà inoltre integrato con due picchetti di messa

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

a terra in acciaio ramato della lunghezza di 6 m ciascuno e del diametro di almeno 14 mm, piantati verticalmente in posizioni diametralmente opposte rispetto alla torre. Il conduttore circolare viene collegato a due perni di fissaggio alla fondazione, sui lati opposti della torre, ed agli stessi punti si connetterà il quadro di controllo a base torre.

La disposizione dell'impianto di messa a terra ad anello chiuso attorno alla struttura limita la tensione di passo e contatto per le persone eventualmente presenti alla base della torre in caso di fulminazione diretta della struttura stessa e, allo stesso tempo, i picchetti verticali accoppiati al medesimo impianto facilitano l'ottenimento di un basso valore della resistenza complessiva di terra.

Rete di terra connessione aerogeneratori

All'interno della canalizzazione per la posa dei cavi a 15 kV interrata per il collegamentodell'aerogeneratore alla cabina di consegna, verrà posato un ulteriore cavo di rame nudo di sezione non inferiore a 95 mmq per la connessione tra le diverse reti di terra.

Rete di terra cabina di consegna

Per la progettazione dell'impianto di terra si deve fare riferimento ad un insieme di dati che dipendono dalle caratteristiche di alimentazione e di quelle del sito di installazione della cabina. I principali parametri di riferimento di cui si deve disporre sono:

- la corrente massima di guasto a terra (IF);
- il tempo di eliminazione del guasto (tc);
- le tensioni di contatto e di passo tollerabili (UTP, USP);
- la configurazione e le caratteristiche della rete di alimentazione a 15 kV;
- il luogo in cui l'impianto di terra deve essere realizzato;
- l'area da proteggere, (forma e caratteristiche del terreno);
- eventuali vincoli in relazione alla messa a terra del neutro in bassa tensione.

Durante la progettazione, al fine di tenere conto di possibili variazioni nel tempo dei citati parametri, è opportuno scegliere gli stessi in relazione alle condizioni più sfavorevoli che si possono verificare.

Il tipo di impianto da realizzare dipende dalle caratteristiche morfologiche del terreno dell'area da proteggere, che possono influenzarne fortemente il valore di resistività (es. presenza di rocce, profondità del terreno vegetale, ecc.). Poiché la resistività può inoltre variare anche nel tempo, per il progetto è necessario effettuare più rilievi nell'area interessata per stabilire conseguentemente un valore medio di riferimento. Per terreni non omogenei è necessario scegliere un valore di resistività di riferimento prudenziale, leggermente più elevato del valore medio (almeno 1,5 volte).

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

In base al tipo di cabina da realizzare è possibile individuare il dispersore da utilizzare e la disposizione dei conduttori del dispersore. I dispersori non devono essere facilmente deteriorabili per effetto dell'umidità o per l'azione chimica del terreno, e devono mantenere inalterate nel tempo le caratteristiche elettriche.

Solitamente per le cabine si utilizzano dispersori ad anello che consentono di ottenere con maggiore facilità basse resistenze di terra. L'anello viene realizzato interrando un conduttore nudo (tondino, corda o piattina di acciaio zincato a caldo o di rame o di acciaio ramato) intorno alla fondazione della cabina ad una profondità di almeno 0,5 m. Questo tipo di dispersore può essere integrato con spandenti e picchetti per ridurre, ove necessario, la resistenza di terra. È opportuno che i picchetti siano collocati in pozzetti ispezionabili, con coperchi isolanti per evitare pericolose tensioni di passo.

I conduttori di terra si dipartono dal collettore e vanno a collegare le masse da mettere a terra. Le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori a 16 mm^2 se di rame, 35 mm^2 se d'alluminio, 50 mm^2 se d'acciaio. I conduttori di terra devono avere percorsi brevi ed essere posati preferibilmente nudi.

Vanno collegati all'impianto di terra i seguenti elementi metallici:

- ripari di protezione dei circuiti a 15 kV;
- la carpenteria metallica degli scomparti a 15 kV;
- il cassone del trasformatore elevatore;
- la carcassa dei TA e TV ed un polo del circuito secondario;
- i telai dei sezionatori di terra;
- le intelaiature di supporto degli isolatori;
- i terminali e le guaine dei cavi a 15 kV provenienti dal parco eolico;
- i cavi di rame nudo per la connessione della rete di terra tra gli aerogeneratori;
- gli organi di manovra manuale delle apparecchiature;
- i quadri porta sbarre BT e porta interruttori;
- gli interruttori BT;
- la cassa dei condensatori BT.

Si devono collegare all'impianto di terra anche le parti metalliche e le strutture di notevole estensione come porte, finestre, griglie di aerazione, scale, parapetti di protezione, lamiere copri cunicoli.

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