

REGIONE
BASILICATA



Provincia
MATERA



Provincia
POTENZA



Comuni:

Tricarico (MT)

Vaglio Basilicata (PZ)

Brindisi Montagna (PZ)



IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW

RICHIEDENTE

DOLOMITI WIND FARM S.r.l.

Via Dante, 7
20123 Milano (MI)
P.IVA: 12532370967



DOLOMITI WIND FARM
ENERGY & INFRASTRUCTURE

Titolo:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

Elaborato:

A_15

Progettazione:



STUDIO ISITREN

dott. ing. Gianluca PANTILE

INGEGNERIA DEI SISTEMI E DELLE INFRASTRUTTURE
PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA

Ordine Ing. Brindisi n. 803
Via Del Lavoro, 15/D - 72100 Brindisi (BR)

pantile.gianluca@ingpec.eu

info@isitren.com

cell. +39 347 1939994 - tel./fax +39 0831 548001

Visti / Firme / Timbri:



Scala N.A.

Data	Revisione	DESCRIZIONE	Elaborazione	Verifica e controllo
10.06.2023	0	PRIMA EMISSIONE	dott. ing. Gianluca PANTILE	dott. ing. Gianluca PANTILE
REVISIONI				



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

INDICE

1	PREMESSA	4
2	FASI DI LAVORO E TEMPI DI REALIZZAZIONE.....	6
2.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI	6
2.2	DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORO	7
2.3	STIMA DI MASSIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE	8
3	GENERALITA'	8
4	OPERE EDILI: DESCRIZIONE MODALITÀ ESECUZIONE	8
4.1	FONDAZIONI	8
4.2	INDAGINI DEL SUOLO E DATI GEOTECNICI	8
4.3	PREDISPOSIZIONE DELLE AREE E MEZZI D'OPERA.....	9
4.4	MATERIALI	10
4.5	SCAVI IN GENERE	11
4.6	DEMOLIZIONI.....	13
4.7	RILEVATI E RINTERRI	14
4.8	PAVIMENTAZIONI STRADALI	18
4.9	DRENAGGI DI SUPERFICIE.....	20
4.10	GEOTESSILE.....	22
4.11	GABBIONATE	23
4.12	CALCESTRUZZO E ACCIAIO.....	23
4.13	MURATURE IN CALCESTRUZZO.....	28
4.14	ANCORAGGI.....	28
4.15	PALIFICATE IN CALCESTRUZZO ARMATO.....	29
4.16	IMPERMEABILIZZAZIONI E COMPOSITI	32
4.17	CONTROLLO FINALE DEL PLINTO DELL'AEROGENERATORE	32
5	AEROGENERATORE.....	32
5.1	GENERALITÀ	32
5.2	NAVICELLA	34
5.3	BASAMENTO NAVICELLA	34
5.4	MOLTIPLICATORE DI GIRI	34
5.5	SISTEMA DI IMBARDATA	35
5.6	SISTEMA FRENANTE	35
5.7	GENERATORE.....	35



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

5.8	TRASFORMATORE.....	35
5.9	ROTORE - MOZZO	36
5.10	REGOLAZIONE DEL PASSO	36
5.11	PALE.....	36
5.12	TORRE.....	37
5.13	CONTROLLO E REGOLAZIONE.....	37
5.14	MONITORAGGIO.....	37
5.15	PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	38
6	DISTRIBUZIONE ELETTRICA	38
6.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	38
6.2	MODALITÀ DI POSA DEI CAVIDOTTI	39
7	LINEE ELETTRICHE DI COLLEGAMENTO A 36 KV.....	44
8	VERIFICHE SULLE LINEE ELETTRICHE DI COLLEGAMENTO A 36 KV	46
8.1	VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE.....	46
8.2	PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI	47
8.3	VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA.....	48
8.4	VERIFICA TERMICA DEL DISPERSORE.....	48
8.5	CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA.....	49
9	CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU)	49
9.1	DESCRIZIONE GENERALE	49
9.2	DATI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI	49
9.3	OPERE CIVILI	50
9.4	SERVIZI AUSILIARI	52
9.5	SISTEMA DI PROTEZIONE COMANDO E CONTROLLO (SPCC)	53
9.6	COLLEGAMENTI IN CAVO	54
9.7	IMPIANTO DI TERRA	55
9.8	ILLUMINAZIONE AREE E LOCALI	56

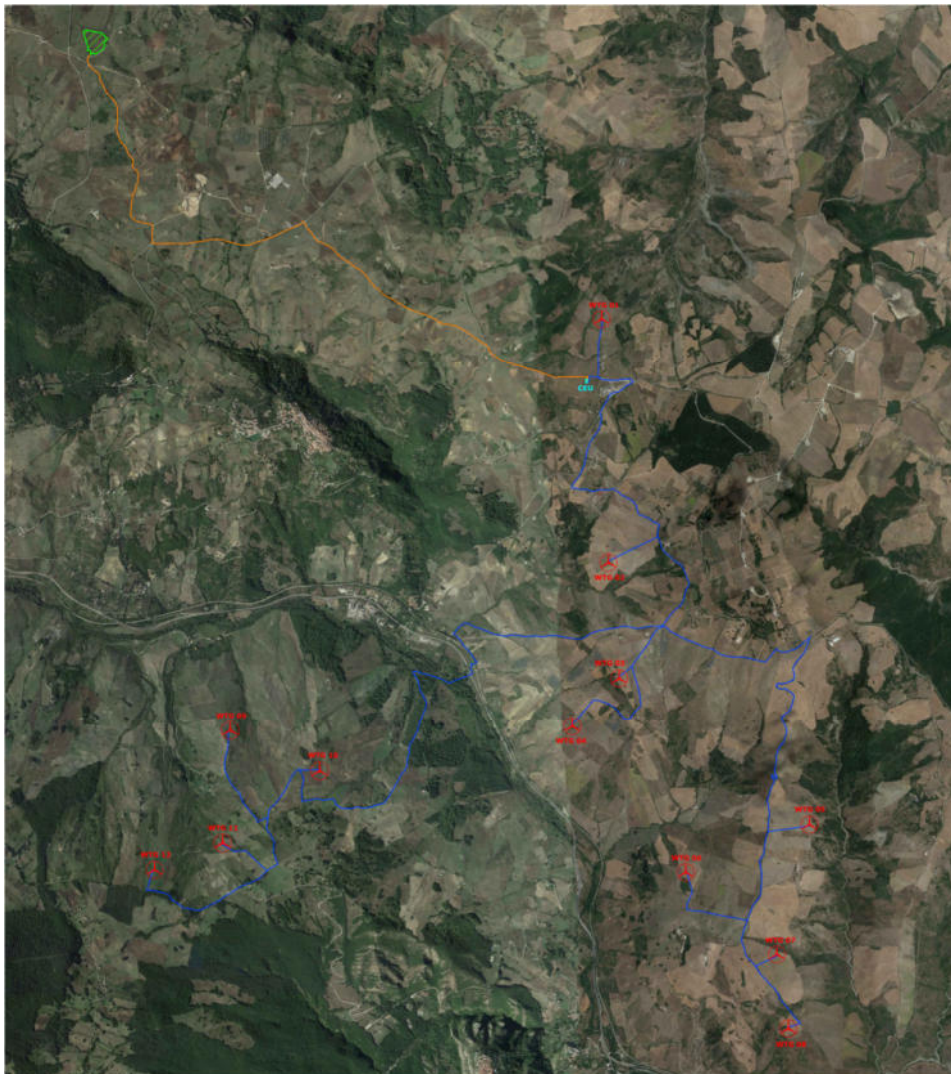
APPENDICE: SCHEDE TECNICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

1 PREMESSA

La presente Relazione rappresenta il Disciplinare tecnico prestazionale relativo al progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituito da n. 12 aerogeneratori marca SIEMENS GAMESA, modello SG 6.6-170 da 6,6 MW cadauno, per una potenza complessiva di 79,20 MW, che la Società DOLOMITI WIND FARM S.r.l. intende realizzare in aree agricole dei Comuni di Tricarico (MT), Vaglio Basilicata (PZ) e Brindisi Montagna (PZ).

La figura seguente rappresenta l'inquadramento territoriale delle opere in progetto su base ortofotografica:



Inquadramento territoriale delle opere su base ortofotografica

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

La seguente Tabella riporta l'ubicazione catastale degli aerogeneratori:

WTG	Comune	Foglio	Particella
1	Vaglio Basilicata	17	85
2	Vaglio Basilicata	35	139
3	Tricarico	78	49
4	Tricarico	78	173
5	Tricarico	80	16
6	Tricarico	79	73
7	Tricarico	80	16
8	Tricarico	80	86
9	Brindisi Montagna	1	32
10	Brindisi Montagna	1	43
11	Brindisi Montagna	2	210
12	Brindisi Montagna	2	89

Ai fini della connessione dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), previa apposita richiesta inoltrata a TERNA S.p.A., la Proponente riceveva la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) identificata dal Codice Pratica n. 202200037 e riportata nell'ALLEGATO A1 alla Comunicazione prot. n. P20220049713 ricevuta a mezzo PEC del 09/06/2022, la quale prevede che l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36 kV (nel seguito "S.E. RTN") da collegare mediante due elettrodotti a 150 kV ad una nuova SE RTN a 150 kV denominata "Avigliano", da inserire in entra-esce sulle linee a RTN a 150 kV "Avigliano - Potenza" e "Avigliano - Avigliano C.S." e, mediante due elettrodotti, alla SE RTN a 150 kV di Vaglio, previa realizzazione di:

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- un ampliamento a 150 kV della SE RTN Vaglio FS e un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra la SE RTN Vaglio e la suddetta SE RTN Vaglio FS, previsto dal Piano di Sviluppo Terna (Intervento 532-P);
- un nuovo elettrodotto a 150 kV della RTN di collegamento tra la SE RTN Vaglio e la SE RTN Oppido.

L'intera opera consiste:

- nell'impianto eolico costituito dai n. 12 aerogeneratori collegati elettricamente tra loro, mediante una rete interna di elettrodotti a 36 kV, in cluster opportunamente definiti;
- negli elettrodotti di vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dai diversi gruppi di generazione previsti, in partenza da aerogeneratori singoli o collettori di cluster di essi, verso la apposita Cabina Elettrica Utente (CEU);
- nella Cabina Elettrica Utente (CEU);
- nel collegamento in antenna dalla CEU alla S.E. RTN.

2 FASI DI LAVORO E TEMPI DI REALIZZAZIONE

2.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI

La realizzazione dell'intervento proposto prevede, macroscopicamente, i seguenti interventi:

- allestimento ed apertura cantiere;
- interventi sulla viabilità esistente, al fine di rendere possibile il transito dei mezzi speciali per il trasporto degli elementi costituenti gli aerogeneratori;
- realizzazione della viabilità di accesso che dalla viabilità esistente consenta il transito dei mezzi di trasporto e di cantiere, per il raggiungimento dell'area d'installazione di ciascun aerogeneratore;
- realizzazione delle piazzole temporanee (di cantiere e di montaggio) per l'installazione degli aerogeneratori;
- scavi a sezione larga per la realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori ed a sezione ristretta per la messa in opera dei cavidotti;
- realizzazione delle fondazioni;
- installazione degli aerogeneratori;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- realizzazione della Cabina Elettrica Utente (CEU);
- messa in opera dei cavidotti interrati (interni all'impianto, di vettoriamento, di collegamento in antenna alla S.E. RTN);
- realizzazione della connessione alla S.E. RTN.

2.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI LAVORO

Qui di seguito una possibile suddivisione delle FASI DI LAVORO:

- preparazione del cantiere attraverso i rilievi sull'area e picchettamento delle aree di intervento;
- apprestamento delle aree di cantiere;
- realizzazione delle piste d'accesso alle aree di intervento per i mezzi di trasporto e di cantiere;
- livellamento e preparazione delle piazzole;
- modifica della viabilità esistente fino alla finitura per consentire l'accesso dei mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori;
- realizzazione delle fondazioni in ciascuna piazzola (scavi, casseforme, armature, getto cls, disarmi, riempimenti);
- montaggio aerogeneratori;
- montaggio impianto elettrico aerogeneratori;
- posa cavidotti in area piazzola e pista di accesso;
- finitura piazzola e pista di accesso;
- posa cavidotti di vettoriamento verso la CEU (scavi, posa cavidotti, riempimenti, finitura) compresa la risoluzione di eventuali interferenze;
- preparazione area di realizzazione della CEU (livellamento, scavi e rilevati);
- posa cavidotto di collegamento in antenna dalla CEU alla S.E. RTN (scavi, posa cavidotti, riempimenti, finitura) compresa la risoluzione di eventuali interferenze;
- opere di fondazione della CEU;
- realizzazione della CEU;
- cavidotti interrati: opere edili;
- cavidotti interrati: opere elettriche;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- impianti elettrici nella CEU;
- collaudi impianto elettrico generazione e trasformazione;
- opere di ripristino e mitigazione ambientale;
- conferimento inerti provenienti dagli scavi e dai movimenti terra;
- posa terreno vegetale per favorire recupero situazione preesistente.

2.3 STIMA DI MASSIMA DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE

Come evincesi dall'Elaborato A_14 "CRONOPROGRAMMA" si stima una durata complessiva dei lavori di 60 settimane al netto di ritardi per cause non imputabili alla società proponente.

3 GENERALITA'

Il presente Documento è redatto secondo le indicazioni contenute nell'art. 30 del DPR 207/2010 e precisa, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali degli elementi costruttivi previsti nel progetto.

Contiene inoltre la descrizione delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e dei componenti previsti nel progetto.

I diversi paragrafi che seguito rimandano ai contenuti degli specifici Elaborati tecnici, specialistici e grafici di progetto.

4 OPERE EDILI: DESCRIZIONE MODALITÀ ESECUZIONE

4.1 FONDAZIONI

Le fondazioni sono il contatto tra gli elementi strutturali ed il terreno: il loro compito è quello di assicurare il sostegno alle sollecitazioni della torre sia in termini di forza di gravità che di momenti flettenti e o torcenti. I calcoli preliminari, per i quali si rimanda agli appositi Elaborati di progetto, sono stati effettuati seguendo le indicazioni rivenienti dalle indagini appositamente effettuate in sito e da specifici riferimenti normativi.

4.2 INDAGINI DEL SUOLO E DATI GEOTECNICI

Le indagini preliminarmente effettuate nell'area di intervento, forniscono i dati per una progettazione preliminare delle strutture di fondazione nel sito specifico. Le indagini condotte hanno riguardato studi geologici e geofisici.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Lo scopo dello studio geologico è quello di stabilire una base per la scelta dei metodi e per definire l'estensione del sito di indagine. I sondaggi geofisici possono essere utilizzati per estendere le informazioni localizzate da singoli fori e da test in situ, al fine di definire la stratificazione del suolo all'interno di una determinata area.

In fase di progettazione esecutiva saranno effettuate indagini geotecniche le quali consisteranno in campionamento del suolo per le prove di laboratorio e prove in situ del suolo. I sondaggi su campo e gli esami di laboratorio dovranno stabilire una stratigrafia dettagliata del suolo, fornendo in tal modo i seguenti tipi di dati geotecnici: dati per la classificazione e descrizione del suolo, parametri necessari per una progettazione dettagliata e completa della fondazione, prove statiche per la determinazione dei parametri caratteristici di resistenza al taglio e prove cicliche per la determinazione dei parametri di resistenza e rigidità.

4.3 PREDISPOSIZIONE DELLE AREE E MEZZI D'OPERA

Prima dell'inizio lavori si procederà:

- all'individuazione, con riferimento agli elaborati, delle aree interessate dalle opere ed in particolare: aree interessate dalla viabilità interna, aree interessate dai cavidotti ed aree interessate dalla localizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori e relative piazzole;
- alla materializzazione dei picchetti di tracciamento delle opere sopracitate ed inoltre, all'indicazione dei limiti degli scavi, degli eventuali rilevati e dell'ingombro delle piazzole;
- alla predisposizione delle aree per le successive lavorazioni: ripulitura del terreno con asportazione di eventuali ceppi, allontanamento di eventuali massi erratici e regolarizzazione del terreno, al fine di rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere ed alle macchine operatrici, accantonamento del terreno vegetale necessario per i successivi ripristini ambientali, modellamento delle scarpate.

Relativamente al taglio di erbe ed eventuali piante isolate si impiegherà un'attrezzatura manuale o meccanica idonea alle varie situazioni.

La delimitazione delle aree in cui effettuare tali interventi si stabilirà in base alle autorizzazioni acquisite.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

L'Appaltatore, per svolgere nei tempi previsti ed a perfetta regola d'arte i lavori oggetto dell'Appalto, dovrà operare sia con mezzi di adeguata capacità e potenza, sia con la flessibilità e la disponibilità richieste dalla tipologia dei lavori e dalla loro collocazione nel programma generale di costruzione dell'opera. I mezzi ed i macchinari operanti in cantiere dovranno essere conformi alle prescrizioni legislative vigenti in materia di sicurezza e di inquinamento acustico dell'ambiente.

4.4 MATERIALI

I materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che si riterrà di convenienza, purché rispondano alle caratteristiche ed alle prestazioni previste dalle vigenti leggi.

I principali materiali che si adopereranno per i diversi lavori saranno: acqua, calce, leganti idraulici, ghiaia, pietrisco, sabbia, detrito di cava o tout venant di cava, pietrame, mattoni, materiali ferrosi, legname, bitumi ed olii minerali. In particolare, i conglomerati cementizi per strutture in cemento armato e gli acciai per l'armatura del calcestruzzo rispetteranno tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative circolari esplicative.

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

A meno del fatto che il presente Disciplinare non ne indichi specificatamente la provenienza, l'Appaltatore potrà approvvigionare i materiali ovunque ritenga opportuno, purché le loro qualità rispettino i requisiti contrattuali, le Leggi ed i regolamenti vigenti in materia.

Si intendono a carico dell'Appaltatore, tra gli altri, gli oneri relativi all'approvvigionamento presso altri fornitori, dei materiali aridi di cava rispondenti alle caratteristiche prescritte o gli eventuali oneri relativi all'approvvigionamento dalle cave di prestito per i materiali aridi (quindi la spesa per la ricerca di cave idonee, l'acquisto per i diritti, lo svolgimento delle pratiche per il conseguimento dei permessi di estrazione, il pagamento di canoni, l'eliminazione dei materiali non idonei, la formazione e la coltivazione delle cave secondo le normative vigenti, nonché la sistemazione finale delle aree interessate).

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

CONTROLLI E CERTIFICAZIONI SUI MATERIALI

I vari materiali e componenti impiegati dovranno essere rispondenti alle caratteristiche tecniche richieste nel presente documento ed alla Legislazione vigente; a tal fine dovranno giungere in cantiere accompagnati, oltre che dalle eventuali istruzioni di posa in opera, dalla documentazione atta a dimostrarne tale rispondenza ed a certificarne la conformità a quanto previsto dalla Legislazione vigente.

Qualora tale documentazione non sia ritenuta idonea o completa, su richiesta insindacabile della D.L., l'Appaltatore è tenuto, a propria cura e spese, ad effettuare, per la verifica della conformità alle caratteristiche direttamente richieste nel presente documento, presso un Laboratorio Ufficiale concordato con la D.L., prove di qualifica su materiali o componenti da impiegare o già impiegati nonché su campioni di lavori già eseguiti, da prelevarsi in opera, sostenendo anche tutte le spese per il prelevamento degli stessi e per la loro spedizione.

Nel caso di non rispondenza dei materiali o dei componenti alle caratteristiche richieste, l'Appaltatore è tenuto a sostituirli, a sua cura e spese, con altri idonei, provvedendo anche a rimuoverli dal cantiere entro il termine fissato dalla D.L.

Nel caso di inadempienza è facoltà della D.L. di provvedervi direttamente ma a spese dell'Appaltatore, a carico del quale va posto anche qualsiasi danno che possa da ciò derivare.

Anche nel corso delle diverse fasi delle lavorazioni in cantiere la D.L. potrà sempre chiedere la modifica e/o sostituzione, a cura e spese dell'Appaltatore, di quei componenti che non risultassero a norma di contratto.

L'Appaltatore deve comunicare alla D.L., con congruo anticipo, la data di arrivo dei materiali e dei componenti approvvigionati nonché la data di inizio delle varie lavorazioni in cantiere affinché la stessa possa pianificare i dovuti controlli.

4.5 SCAVI IN GENERE

È prevista l'esecuzione di scavi di vario genere e di qualsiasi forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza. Nell'esecuzione degli scavi si procederà in modo da impedire scoscendimenti o smottamenti e frane.

Le materie provenienti dagli scavi, nel caso in cui non siano utilizzabili o non siano ritenute adatte ad altro impiego nei lavori, si porteranno fuori della sede del cantiere.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse si depositeranno, per essere poi riprese in un successivo tempo. In ogni caso, le materie depositate non saranno di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

SCAVI DI SBANCAMENTO ED ASSIMILABILI CON MEZZO MECCANICO

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale (piano di sbancamento), passante per il punto più depresso del terreno naturale lungo il perimetro generale dello scavo ordinato o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti. Relativamente alle strade ed alle piazzole degli aerogeneratori il piano di sbancamento corrisponde al piano di posa della soprastruttura.

Si considerano assimilabili agli scavi di sbancamento, gli scavi da effettuare per la gradonatura dei piani di posa dei rilevati, per la regolarizzazione della superficie della pista, per la preparazione dei piani per la realizzazione di gabbionate, per la bonifica di superfici piane od inclinate, per l'allargamento e la riprofilatura della carreggiata della strada esistente e per la formazione di cassonetti.

SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.

I piani di fondazione saranno generalmente orizzontali, ma per quelle opere che eventualmente dovessero cadere sopra falde inclinate, verranno disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Realizzate le opere di fondazione, lo scavo che resterà vuoto verrà riempito e costipato sino al piano del terreno naturale.

Gli scavi di fondazione saranno, quando occorrerà, solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi quanto delle opere.

SCAVI PER I PLINTI DEGLI AEROGENERATORI

Tali scavi, di notevoli dimensioni e di profondità variabile, saranno considerati a SEZIONE AMPIA.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

SCAVI PER CAVIDOTTI

Tali scavi, di dimensioni ridotte in termini di larghezza e profondità, ma di lunghezza rilevante, saranno a SEZIONE OBBLIGATA.

L'esecuzione di questi scavi verrà realizzata con particolare attenzione al fine di evitare interferenze sulla viabilità dell'impianto eolico e contemporaneamente di consentire il montaggio degli aerogeneratori con i cavidotti ultimati.

SCAVI PER FONDAZIONI IN GENERE ED ALTRI MANUFATTI

Si tratta di scavi a sezione obbligata, con dimensioni variabili, per l'esecuzione di drenaggi, fognature, pozzetti, incasso per gabbionate ecc. che si realizzeranno con macchine operatrici meccaniche ed eventualmente rifiniti a mano.

TROVANTI

Non saranno considerati trovanti i massi erratici rinvenuti nello scavo quando questi, singolarmente, misurati all'interno della sezione dello scavo, non superino il volume di 0,5 m³; nessun compenso, pertanto, sarà corrisposto all'Appaltatore per la loro esportazione, sia che a ciò sia sufficiente l'impiego dell'escavatore, sia che si renda necessaria la loro riduzione o demolizione mediante l'uso di martello demolitore.

I trovanti di roccia che, singolarmente, presentano un volume all'interno della sezione dello scavo superiore a 0,5 m³, saranno ridotti di dimensione fino a consentirne il trasporto alla discarica; qualunque onere e artificio è da ritenersi compreso e compensato nel prezzo a corpo dell'opera finita interessata da tale lavorazione.

4.6 DEMOLIZIONI

DEMOLIZIONI DI STRUTTURE IN C.A., MURATURE E CALCESTRUZZI

Le demolizioni in genere si eseguiranno con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, pertanto sarà vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece saranno trasportati o guidati in basso; inoltre, si eviterà di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta verranno opportunamente bagnati.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Nelle demolizioni si procederà in modo da non deteriorare i materiali che possano ancora impiegarsi utilmente.

Mentre, i materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni verranno sempre, ed al più presto, trasportati in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie.

DEMOLIZIONE DI TESTE DI PALI (SCAPITIZZATURA)

La demolizione delle teste dei pali (scapitozzatura), deve avvenire in modo da non danneggiare la restante parte della struttura.

L'armatura metallica deve essere messa allo scoperto senza che ne venga pregiudicata l'integrità, pulita ed opportunamente sistemata nel sovrastante getto.

SMANTELLAMENTO DI RECINZIONI ESISTENTI, CANCELLI, ECC.

Ove previsto, si eseguirà lo smantellamento di recinzioni esistenti in rete metallica od in filo spinato con i relativi pali nonché dei relativi cancelli.

I materiali provenienti dagli smantellamenti verranno stoccati in apposite aree e/o conferiti in discarica.

4.7 RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, si impiegheranno in generale, e fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti in cantiere, in quanto disponibili ed idonei per la formazione dei rilevati.

Se venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti da cave che forniscano materiali idonei.

RILEVATI COMPATTATI E SOVRASTRUTTURE PER PIAZZOLE E STRADE

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali, che verranno messi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm, costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte od a griglia – nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Ogni strato sarà costipato in modo da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti, fino al raggiungimento del valore prefissato.

Per la formazione delle soprastrutture di piazzole e strade si utilizzerà come materiale il misto granulare di cava. Nel caso in cui le piazzole vengano posate su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento con una compattazione del terreno che non raggiunga il valore prefissato si provvederà alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione del materiale. Per la formazione dei rilevati devono essere utilizzati i materiali appartenenti al gruppo AI, come risulta dalla norma CNR-UNI 10006.

L'esecuzione dei rilevati può iniziare solo quando i piani di posa risulteranno costipati con uso di rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno; il costipamento può ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un Modulo di deformazione "Md" di almeno 300 kg/cm² per i sopralciti piani di posa o di bonifica e pari ad un "Md" di almeno 600 kg/cm² per piani ottenuti con rilevato, da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 500 m² di area trattata o frazione di essa.

Nella esecuzione dei rilevati, il materiale deve essere steso a strati di 25 cm di altezza compattati, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso le zone di compluvio, e sia rifilato secondo progetto.

Il costipamento di ogni strato di materiale deve essere eseguito con adeguato rullo compressore previo eventuale innaffiamento o ventilazione fino all'ottimo della umidità. Il corpo di materiale può dirsi costipato quando ai vari livelli viene raggiunto il valore di "Md" pari almeno a quello richiesto, da determinarsi mediante prova di carico su piastra con le modalità di seguito descritte.

Il controllo delle compattazioni in genere deve essere eseguito su ogni strato mediante una prova di carico su piastra ogni 500 mq di area trattata o frazione di essa, e comunque con almeno n. 4 prove per strato di materiale.

A costipamento avvenuto, se i controlli risultano favorevoli, si può dar luogo a procedere allo stendimento ed alla compattazione dello strato successivo.

La determinazione del Modulo di deformazione deve essere effettuata in corrispondenza del primo ciclo di carico ed i valori di "Md" vengono valutati in corrispondenza dell'intervallo 0,5÷3,5 kg/cm² per il terreno in sito (scotico) e 2,5÷3,5 kg/cm² per il rilevato.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Gli incrementi successivi di carico, nelle prove di tutti gli strati, devono essere di 0,5 kg/cm² iniziando da 0,5 e proseguendo fino a 3,5 kg/cm².

Il passaggio al carico immediatamente superiore a quello in esame è consentito quando il cedimento sia inferiore a 0,05 mm dopo 3 minuti di applicazione del carico. Le prove effettuate vengono rappresentate mediante diagramma pressioni-cedimenti. Il peso di contrasto per le prove deve essere di ca. 5 t.

In aggiunta a quanto precedentemente detto, se le caratteristiche e le dimensioni degli elementi costituenti il materiale lo consentono, il corpo di materiale può dirsi costipato quando la percentuale di costipamento rispetto alla densità secca max A.A.S.H.T.O. modificata raggiunge il 95% in ogni punto del rilevato o della soprastruttura.

Il controllo viene effettuato confrontando la densità secca in sito del rilevato o della soprastruttura con la densità secca max del materiale ottenuta con la prova A.A.S.H.T.O. modificata in relazione alla massima dimensione degli elementi costituenti il materiale.

Questo controllo viene eseguito su ogni strato, in contraddittorio, a richiesta della D.L. con le seguenti modalità:

- 4 prove di Densità in sito;
- 2 prove di Densità max A.A.S.H.T.O. modificata.

PREPARAZIONE E BONIFICA DI SOTTOFONDI

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà supportare direttamente o la sovrastruttura od i rilevati, si preparerà asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità prefissata. I piani di posa verranno anche liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli ed alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche stabilite dei sottofondi si provvederà a tutte le prove e determinazioni necessarie.

Le zone di piazzole, di strade di accesso alle piazzole degli aerogeneratori ottenute per mezzo di scavo di sbancamento ed atte a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di sottofondo non raggiunge nella costipazione il valore di "Md" pari a 300 kg/cm², nonché le aree interessate dalla viabilità esistente di accesso agli aerogeneratori la cui pavimentazione risultasse ammalorata, devono essere oggetto di trattamento di "bonifica".

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Verrà effettuata la sostituzione di uno strato di terreno o di massicciata stradale dello spessore indicato in progetto o in loco dalla D.L. con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito reperita dall'Appaltatore.

Detto materiale apparterrà al gruppo A1 come risulta dalla norma CNR-UNI 10006 e dovrà essere esteso a strati e compattato con criteri e modalità già definiti .

La bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un "Md" di almeno 300 kg/cm², da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità già definite in precedenza, con la frequenza di una prova ogni 500 m^q di area bonificata, o frazione di essa.

RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE E RIEMPIMENTI CON PIETRAMI

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si impiegheranno materie sciolte, silicee o ghiaiose, ma non verranno impiegate quelle argillose ed in generale tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti verrà usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi non verranno scaricate direttamente contro le murature, ma si depositeranno in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

I riempimenti verranno formati con pietrame che verrà collocato in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per i drenaggi si sceglieranno le pietre più grosse e regolari e, possibilmente, negli strati inferiori, il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

4.8 PAVIMENTAZIONI STRADALI

FORMAZIONE DI RIPRISTINO DELLE PAVIMENTAZIONI IN MACADAM

Ossatura di sottofondo

Per la formazione dell'ossatura di sottofondo di massicciate, dello spessore di 15 cm dopo compattazione, da effettuare con battitore meccanico o con rullo compressore, si impiegheranno ghiaie e pietrischi costituiti da elementi omogenei provenienti dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, o calcari puri e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo.

Il pietrisco sarà di tipo 40171 UNI 2710 e la ghiaia di tipo 40/71 UNI 2710.

Il materiale dovrà essere scevro di materie terrose o comunque materie eterogenee.

Agli effetti dei requisiti di caratterizzazione e di accettazione, i pietrischi avranno una resistenza a compressione di almeno 1200 Kg/cm², un potere legante non inferiore a 30 per l'impiego in zone umide e non inferiore a 40 per l'impiego in zone aride, un coefficiente di qualità per prova DEVAL non inferiore a 12.

Qualora non sia possibile ottenere il pietrisco da cava di roccia, è consentita, previo parere favorevole della D.L., l'utilizzazione di:

- massi provenienti dagli scavi, ridotti a dimensioni idonee;
- ciottoli o massi ricavabili da fiumi o torrenti semprechè siano provenienti da rocce di qualità idonea.

Il materiale dovrà essere steso a strati di spessore non superiore ai 20 cm e cilindrato per ogni strato onde ottenere una efficace compattazione atta a garantire il transito degli automezzi pesanti ed un Md > 800 kg/cm².

Strato superficiale

Sulle superfici dell'ossatura di sottofondo destinate al transito verrà steso uno strato di stabilizzato di cava tipo "A1-b" (D < 30mm) UNI 10006, dello spessore di 10 cm dopo compattazione, da effettuare con battitore meccanico o con rullo compressore, con Md > 1000 o, se richiesto dalla D.L., pietrisco di frantoio 10120 UNI 2710.

Le caratteristiche tecnologiche di accettazione dei pietrisco saranno tali da garantire un coefficiente di frantumazione non superiore a 120, resistenza alla compressione non inferiore a 1400 Kg/cm² ed infine una resistenza all'usura minima di 0,8.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

RIPRISTINO PAVIMENTAZIONI BITUMATE

Il cassonetto sarà ripristinato con materiale stabilizzato di cava di Tipo "A1 -a" oppure "A1 -b" in accordo con la norma CNR-UNI 10006, a strati ben costipati da comprimere con battitore meccanico o con rullo compressore, fino a circa 10 cm dal piano di progetto.

Sopra lo stabilizzato di cava, a seguito di trattamento di semipenetrazione tramite lo spandimento di emulsione bituminosa in due successive passate, dovrà essere steso uno strato di conglomerato bituminoso (binder) a grossa granulometria (5÷20mm) dello spessore di 10 cm dopo compressione.

Dopo un periodo di assestamento di 10÷15 giorni, sui riporti eseguiti dovrà essere steso il tappetino bituminoso d'usura dello spessore medio di 3 cm.

Il tappetino, accuratamente rifilato ai bordi, sarà confezionato con impasto bituminoso di graniglia, con granulometria 3÷5mm, con sabbia, additivo minerale e con tenore dell'8% di bitume, di penetrazione media 130÷150 mm.

RIMESSA IN PRISTINO DEI TERRENI

I terreni interessati dall'occupazione temporanea dei mezzi d'opera o dal deposito provvisorio dei materiali di risulta o di quelli necessari alle varie lavorazioni, dovranno essere rimessi in pristino. Quando trattasi di terreno agricolo, il terreno dovrà essere dissodato e rilavorato effettuando la lavorazione esistente al momento dell'apertura della pista. Quando trattasi di incolto agricolo il terreno dovrà essere dissodato e regolarizzato. In tutti i casi si dovrà:

- provvedere al ripristino del regolare deflusso delle acque di pioggia attraverso la rete idraulica costituita dalle fosse campestri, provvedendo a ripulirle ed a ripristinarne la sezione originaria;
- eliminare dalla superficie della pista e/o dell'area provvisoria di lavoro, ogni residuo di lavorazione o di materiali;
- dare al terreno la pendenza originaria al fine di evitare ristagni.

TRASPORTO E POSA A DISCARICA DEI MATERIALI DI RISULTA

L'Appaltatore deve provvedere a qualsiasi onere, incombenza e prestazione relativa, al trasporto ed alla collocazione in idonea discarica autorizzata dei materiali di risulta prodotti dal cantiere (scavi, demolizioni, lavorazioni varie, etc.) e non riutilizzabili nello stesso, sollevando il Committente dall'assunzione di ogni e qualsiasi responsabilità in merito.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

L'Appaltatore si impegna a dare priorità, nella scelta delle aree di discarica, a quelle individuate o già predisposte allo scopo ove sarà realizzata l'opera ed in ogni caso a quelle più vicine al cantiere, mantenendo tuttavia una distanza dallo stesso non inferiore ai 200 m.

Comunque la disponibilità delle discariche deve essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa ed a tutta sua cura, spese e responsabilità, nel totale rispetto della Legislazione vigente, degli strumenti urbanistici locali e dei vincoli imposti dalle competenti Autorità.

Di tutto ciò l'Appaltatore sarà perfettamente informato, dando per acquisito lo svolgimento di tutte le necessarie indagini atte a quantificare correttamente gli aspetti tecnici ed economici connessi alla collocazione a discarica dei materiali di risulta.

4.9 DRENAGGI DI SUPERFICIE

TRINCEE DRENANTI

Allo scopo di smaltire le acque superficiali convogliate e/o abbattere e regimare il livello di falda dal piano di campagna, ove previsto negli elaborati di progetto e comunque in accordo con la D.L., si ricorrerà all'uso di drenaggi di superficie, costituiti da trincee drenanti, sviluppate generalmente in direzione monte-valle, scaricante direttamente in compluvi naturali od in altre analoghe opere di raccolta e di scarico acque.

Le trincee saranno realizzate mediante scavo a sezione obbligata, con mezzo meccanico, della larghezza di 50÷70 cm e profondità e lunghezza, secondo i profili di progetto; quando il sistema di drenaggio interessa aree sedi di rilevato, l'escavazione delle trincee sarà successiva alla azione di scotico di tutta l'area di impronta del rilevato stesso.

Il fondo della trincea, previa accurata pulizia dello scavo, dovrà risultare costantemente in pendenza secondo i valori di progetto.

All'interno della trincea, con la dovuta cura e con tutti gli accorgimenti atti ad impedire l'ingresso di terre nella stessa, sarà disposto il geotessile avente funzione di filtro contro il passaggio delle particelle solide all'interno del corpo drenante. Il telo sarà posto in opera con sovrammonti di almeno 25 cm lungo l'asse della trincea, e di almeno 40 cm sul corpo del materiale arido drenante, nel senso trasversale della trincea.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Sul fondo della trincea già rivestita di geotessile sarà stesa, qualora prevista in progetto o secondo disposizioni della D.L., la tubazione atta a captare ed a convogliare le acque drenate allo scarico. La tubazione, che dovrà essere di tipo "fessurato" o "forato", in barre rigide di lamiera ondulata in acciaio zincato o, di altro idoneo materiale, dovrà avere il diametro e lo spessore risultanti dagli elaborati di progetto o secondo le disposizioni impartite dalla D.L.

Le tubazioni saranno depositate sul fondo della trincea in posizione allineata e con le estremità a contatto.

Le trincee saranno riempite con materiale arido selezionato, e preferibilmente lavato, di fiume o di cava, con pezzatura max 100 mm, pezzatura minima pari ad almeno 1,5 volte il diametro dei fori della tubazione di scolo, ma non minore comunque di 15 mm.

Al fine di evitare danneggiamenti alla tubazione di scolo si prescrive che il primo strato di materiale, almeno fino a 15 cm oltre l'estradosso della tubazione, sia di pezzatura meno grossolana, e che la successiva posa in opera del materiale di pezzatura maggiore avvenga senza caduta dall'alto. Nella fase di riempimento delle trincee si dovranno rispettare fedelmente le quote progettuali di chiusura del geotessile o quantomeno l'altezza minima di quest'ultimo dal fondo scavo. Ad avvenuta chiusura del telo, nelle aree sedi di rilevato la trincea sarà ulteriormente riempita, fino al piano di scotico o di gradonatura a seconda delle disposizioni impartite dalla D.L. con il medesimo materiale arido selezionato o con terreno vegetale nel caso in cui le trincee drenanti siano poste in sedi naturali.

DRENAGGI CONTRO-MURO

Sul paramento interno di muri o di altre opere in calcestruzzo, ed ovunque lo richieda la D.L., verranno eseguiti drenaggi per la captazione e l'evacuazione delle acque provenienti dai terreni. I drenaggi potranno essere realizzati, secondo quanto previsto in progetto o richiesto dalla D.L., come segue:

- con scapoli di pietrame arenario o calcareo assestati a mano, eventualmente rifioriti in testa con pietrame di minori dimensioni;
- con materiale arido di cava, di pezzatura minima 30 mm e massima 100 mm.

L'acqua drenata si convoglierà nelle canalette appositamente predisposte nei getti, oppure nelle tubazioni forate o fessurate in p.v.c. collocate a tergo delle pareti verticali, oppure defluirà dalle estremità delle opere stesse e/o delle tubazioni in p.v.c. collocate nei getti trasversalmente alle pareti delle strutture.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Se richiesto, il drenaggio dovrà essere alloggiato entro un geotessile drenante con tipologia e prescrizioni di posa in opera di cui al successivo paragrafo.

4.10 GEOTESSILE

GENERALITA'

Per la realizzazione di opere specifiche quali drenaggi, scogliere, ecc. sarà necessario l'utilizzo di geotessile. Il "Geotessile" è un prodotto caratterizzato da proprietà fisiche, meccaniche ed idrauliche tali da poter essere impiegato in opere di ingegneria civile, a contatto con il terreno.

I tessuti non tessuti sono costituiti da fibre artificiali legate tra di loro ed in tutti i sensi tramite un processo meccanico denominato agugliatura.

Sono prodotti assolutamente privi di leganti chimici e di conseguenza possono essere considerati atossici e non inquinanti.

Le principali funzioni di un geotessile nelle opere di ingegneria civile possono essere così schematizzate:

- funzioni idrauliche quali drenaggio e filtraggio;
- funzioni meccaniche quali separazione, rinforzo e protezione.

GEOTESSILE PER DRENAGGI

Per l'esecuzione di trincee drenanti, microdreni e per drenaggi a tergo di opere in calcestruzzo, verranno utilizzati geotessili aventi funzione di filtro contro il passaggio di particelle solide all'interno del corpo drenante.

Analogamente per l'esecuzione di drenaggi verrà utilizzata la stessa tipologia di geotessile con la funzione di filtro che avrà anche la funzione di separazione del terreno vegetale di ripristino delle piazzole dalla sottostante ossatura carrabile.

GEOTESSILE PER SEPARAZIONI

Per la separazione di rilevati o soprastrutture dai relativi piani di posa, qualora questi presentino il rischio di contaminare con argille o limi il materiale arido di riporto, verranno utilizzati geotessili aventi funzione di separazione e quindi di trattenimento delle particelle più fini del terreno in sito.

Il geotessile verrà steso avendo cura di evitare il contatto con ciottoli spigolosi o di dimensioni notevoli rispetto alla granulometria dominante.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

4.11 GABBIONATE

Per la sistemazione delle aree connesse o adiacenti alle piazzole degli aerogeneratori e/o per la regimazione idraulica di fossati limitrofi, si realizzeranno delle gabbionate in varie forme e dimensioni a seconda delle necessità.

La costruzione di tali manufatti avverrà poggiando gli stessi su superfici regolarizzate e consolidate, atte a sostenere il peso delle opere ed a non essere svuotate ed erose dalle acque in movimento.

4.12 CALCESTRUZZO E ACCIAIO

REQUISITI DEI MATERIALI DA IMPIEGARE, CONTENUTO D'ACQUA

I materiali che si utilizzeranno per la preparazione dei calcestruzzi corrisponderanno a quanto prescritto dalle "Norme tecniche per le costruzioni" approvate nel 2018 in riferimento al tipo ed al numero di controlli e per le prove che dovranno essere eseguite sui materiali stessi; dovranno inoltre essere tutti perfettamente idonei ed approvati dalla D.L..

Il quantitativo d'acqua sarà il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Il rapporto acqua-cemento e quindi il dosaggio del cemento, sarà scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

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

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate.

LEGANTI IDRAULICI

I leganti idraulici da impiegare devono essere conformi alle prescrizioni e definizioni contenute nella normativa.

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

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

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Sarà usato generalmente cemento tipo C35/45 salvo diverse risultanti conseguenti la progettazione esecutiva.

INERTI

Gli inerti potranno provenire sia da cave naturali che dalla frantumazione di rocce di cave coltivate con esplosivo e potranno essere sia di natura silicea che calcarea, purché di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche.

Saranno accuratamente vagliati e lavati, privi di sostanze terrose ed organiche, provenienti da rocce non scistose, né gelive opportunamente miscelati con sabbia di fiume silicea, aspra al tatto, di forma angolosa e granulometricamente assortita.

Dovranno soddisfare i requisiti richiesti nel Decreto Ministeriale dei 9/01/96 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" ed essere conformi alle prescrizioni relative alla Categoria A della Norma UNI 8520.

La granulometria degli inerti deve essere scelta in modo tale che il calcestruzzo possa essere gettato e compattato attorno alle barre senza pericolo di segregazione.

Probabilmente il Diametro Massimo dell'inerte sarà indicato pari a 16-20mm.

La conformità degli inerti e delle miscele di inerti a quanto prescritto dalle Norme sopra citate deve essere comprovata da apposite prove condotte da un Laboratorio Ufficiale, il quale ne deve rilasciare attestato mediante Relazione Tecnica che dovrà essere esibita alla D.L. dall'Appaltatore.

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

CLASSE DEI CALCESTRUZZI

Tutte le strutture per fondazioni, platee, pozzetti, muri ecc. saranno realizzate con calcestruzzo della classe specificata sugli elaborati progettuali per ogni singola opera e/o indicata dalla D.L..

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

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

CALCESTRUZZI MAGRI E DI RIEMPIMENTO

I cls magri per getti di imposta delle fondazioni (magroni di sottofondazione), dovranno essere dosati con non meno di 1,5 ql di cemento tipo R325 per ogni m³ di impasto.

DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DEI CLS

Per ogni singola Classe di cls e per ogni singola opera, verranno effettuati prelievi dagli impasti, nel numero indicato di volta in volta dalla D.L. secondo le indicazioni della normativa vigente.

I provini prelevati, datati e contrassegnati in modo indelebile con riferimento alla fase di getto ed al manufatto cui si riferiscono, saranno conservati, a cura dell'Appaltatore, in luogo scelto in accordo con la D.L. e, ad avvenuta stagionatura, saranno sottoposti alle prove di schiacciamento come previsto dalle Norme, presso un Laboratorio Ufficiale.

CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

Sarà autorizzato l'impiego di cls. preconfezionato presso impianti di betonaggio della zona, purché in detti impianti si seguano le indicazioni di Norma.

Sarà cura ed onere dell'Appaltatore fornire alla D.L. idonea certificazione relativa alla composizione dei cls proveniente dalla centrale di betonaggio.

MODALITÀ ESECUTIVE DEI GETTI DI CLS

Oltre a quanto previsto dalla Normativa vigente, si precisa che il cls sarà posto in opera, appena confezionato, in strati successivi fresco su fresco, possibilmente per tutta la superficie interessata il getto, convenientemente pestonato e vibrato con vibratorii meccanici ad immersione e/o percussione, evitando accuratamente la segregazione degli inerti.

Non potranno inoltre essere eseguite interruzioni nei getti di cls se non previste nei disegni di progetto ovvero preventivamente concordate con la D.L.. I getti saranno effettuati con l'ausilio di pompa da calcestruzzo, naturalmente a cura e spese dell'Appaltatore, evitando nel contempo la caduta libera dell'impasto da altezze superiori a 1,5 m.

Tutte le superfici orizzontali dei getti di cls che rimarranno in vista dovranno essere rifinitee lisce a frattazzo fine in fase di presa del getto. E' vietato porre in opera conglomerati cementizi a temperatura inferiore a 0° C.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

I getti di cls dovranno essere eseguiti con una tolleranza massima di errore geometrico di $\pm 0,5\text{cm}$; errori superiori dovranno essere eliminati, a cura e spese dell'Appaltatore, solo con le modalità che la D.L. riterrà opportune.

Tutti i getti dovranno essere mantenuti convenientemente bagnati durante la prima fase della presa (almeno tre giorni) e protetti con idonei tessuti inumiditi.

Al momento del getto, fermo restando l'obbligo di corrispondere alle caratteristiche della Classe prescritta, il calcestruzzo dovrà avere consistenza tale da permettere una buona lavorabilità e nello stesso tempo da limitare al massimo i fenomeni di ritiro, nel rispetto del rapporto acqua/cemento definito.

ADDITIVI PER CALCESTRUZZI

Gli additivi da usare nel cls saranno indicati in fase di progettazione esecutiva.

CASSEFORME PER OPERE IN CALCESTRUZZO

Per l'esecuzione dei getti in cls si costruiranno casseri con l'esatta forma e dimensione prevista dai disegni di progetto e atti a resistere al peso della struttura, agli urti, nonché alle vibrazioni prodotte durante la posa del cls; la superficie dei casseri dovrà essere accuratamente pulita e, se necessario, trattata opportunamente per assicurare che la superficie esterna dei getti risulti regolare e liscia. Nel caso sia necessario, le cassetture saranno supportate da specifiche strutture di sostegno adatte ai volumi di calcestruzzo da contenere ed alla quota in elevazione da raggiungere. In ogni caso per il disarmo si rimanda alle Norme Tecniche vigenti. Dopo il disarmo l'Appaltatore, a proprie spese, deve curare l'asportazione di tutte le sbavature, tagliare i tiranti metallici ed effettuare i rappezzi necessari, secondo quanto confacente al caso, previa approvazione da parte della D.L. delle modalità esecutive e delle malte da utilizzare. In funzione dell'opera da realizzare, le cassetture potranno essere confezionate con pannelli metallici, con pannellature di legno e/o con l'impiego di tavole di legno di abete dello spessore di 2,5 cm.

GIUNTI STRUTTURALI

Per separare le strutture di diversa natura e permettere movimenti differenziali, ovvero per consentire la dilatazione delle strutture stesse, si dovranno realizzare giunti come appresso descritto.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

L'acciaio dovrà corrispondere alle caratteristiche specifiche in conformità alle Norme Tecniche vigenti. Sarà impiegato acciaio in barre ad aderenza migliorata del tipo Fe B 450C a seconda di quanto previsto negli elaborati di progetto, per tutte le opere, e rete elettrosaldata in vari diametri e maglie, del tipo conforme alle specifiche del D.M. sopracitato.

L'Appaltatore dovrà fornire i certificati di controllo come prescritto dalla normativa sopracitata, per ciascuna partita di acciaio approvvigionato, in originale o copia conforme all'originale ai sensi dell'Art.14 della Legge n.15 del 04/01/1968.

Secondo le indicazioni della D.L., si provvederà anche al prelievo di spezzoni di barre da sottoporre agli accertamenti sulle caratteristiche fisico-chimiche; detti spezzoni verranno inviati ad un Laboratorio Ufficiale di analisi a cura e spese dell'Appaltatore al quale spetteranno anche gli oneri relativi alle prove stesse.

La costruzione delle armature e la loro messa in opera dovranno effettuarsi secondo le prescrizioni delle vigenti leggi per le opere in c.a..

L'armatura sarà posta in opera nelle casseforme secondo le prescrizioni assegnate dai disegni di progetto, facendo particolare attenzione che le parti esterne di detta armatura vengano ricoperte dal prescritto spessore di calcestruzzo (copriferro).

Le armature saranno mantenute in posizione all'interno delle casseforme mediante opportuni supporti, che a struttura scasserata non dovranno dar luogo ad infiltrazioni.

Il posizionamento di ciascuna barra di armatura sarà ottenuto con legatura di filo di ferro ricotto in modo da ottenere una gabbia rigida ed indeformabile e, qualora previsto nel progetto, si provvederà a cortocircuitare la gabbia di armatura per il collegamento con la rete di Terra; se necessario saranno usate anche delle barre di irrigidimento.

L'Appaltatore potrà dare luogo alle lavorazioni dell'armatura metallica fuori dal cantiere, provvedendo quindi alla "prefabbricazione e premontaggio" della stessa secondo moduli trasportabili entro i comuni limiti di sagoma previsti dalle norme di circolazione stradale.

Nel cantiere si deve provvedere soltanto alla collocazione in opera delle suddette armature in blocchi, poggiandole sopra i magroni già realizzati e nelle apposite casseforme atte al contenimento dei getti in calcestruzzo, curando il perfetto posizionamento dei vari blocchi, il loro collegamento con le apposite barre di interconnessione, il loro mantenimento in posizione durante il getto e la presa del calcestruzzo.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ

L'Appaltatore avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà prescritto di volta in volta in tempo utile dalla D.L., per la realizzazione di fori, cavità, incassature, sedi di cavi, parti di impianti, ecc..

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte negli elaborati progettuali o dalla D.L., saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni e le ricostruzioni di opere di spettanza dell'Appaltatore stesso, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte di fornitori.

4.13 MURATURE IN CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo verrà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, possibilmente per tutta la superficie interessata dal getto, ben battuto e costipato, in modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo nella sua massa.

Concluso il getto e spianata la superficie superiore, il calcestruzzo verrà lasciato assodare per tutto il tempo necessario per reggere la pressione che esso stesso dovrà sopportare.

Quando il calcestruzzo sarà impiegato in rivestimento di scarpate, dovrà essere coperto con uno strato di sabbia di almeno 10 cm ed essere bagnato con frequenza ed abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.

4.14 ANCORAGGI

Per la predisposizione di ciascun plinto in cemento armato di fondazione degli aerogeneratori al successivo montaggio della struttura metallica in elevazione (torre) si inserirà, nel relativo getto di calcestruzzo, una struttura di interfaccia in carpenteria metallica munita di flange di ancoraggio, di piastre in acciaio al fine di garantirne il corretto posizionamento.

Per la predisposizione delle strutture edili al successivo montaggio di componenti impiantistici vari, verranno inseriti nelle stesse piastre in acciaio di ogni tipo e dimensione, tirafondi con o senza flange, inserti scatolari ed altri manufatti metallici.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

4.15 PALIFICATE IN CALCESTRUZZO ARMATO

GENERALITA'

Il ricorso a palificate in calcestruzzo armato è previsto, se contemplato negli elaborati del progetto esecutivo, per le fondazioni degli aerogeneratori.

I pali di fondazione, disposti generalmente in gruppo, saranno utilizzati in caso di scadenti caratteristiche geomeccaniche dei terreni, il cui miglioramento, mediante interventi di bonifica, non risulta conveniente od efficace.

I pali saranno in calcestruzzo armato gettato in opera, nel numero, diametro e disposizione planimetrica risultante dagli elaborati di progetto esecutivo.

Saranno eseguiti con le tecnologie e i metodi propri dell'esecuzione di pali di medio e grande diametro trivellati con sonda a rotazione, sia all'asciutto che in presenza di acqua di falda, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, con presenza di trovanti lapidei anche di notevoli dimensioni, secondo le disposizioni e le normative in materia.

Preliminarmente alla realizzazione delle palificate di fondazione dovranno essere eseguite indagini geognostiche per la definizione delle caratteristiche locali dei terreni presso ciascuna postazione di macchina, e realizzato (a carico dell'Appaltatore) uno o più pali di prova tecnologici per la messa a punto dei procedimenti esecutivi e la valutazione in via sperimentale del comportamento sotto carico (prova di carico su un solo palo tecnologico). I risultati delle indagini geognostiche e della prova di carico sul palo tecnologico concorreranno ad una più puntuale definizione del progetto dei pali di fondazione (diametro lunghezza, geometria della palificata) già definito nelle sue linee generali nel progetto esecutivo.

CRITERI DI ESECUZIONE DELLE TRIVELLAZIONI

La trivellazione di ciascun pozzo dovrà essere effettuata con continuità, curando di non danneggiare i pali già eseguiti e di ridurre al minimo i disturbi arrecati ai terreni da attraversare. Il programma di realizzazione delle palificate dovrà essere impostato prevalentemente su un adeguato sfalsamento nell'esecuzione dei pali attigui, affinché non sia disturbata la fase di presa del calcestruzzo dei pali già eseguiti.

Inoltre si esclude, salvo diverse indicazioni fornite di volta in volta dalla D.L., la possibilità di utilizzo di sistemi di perforazione a percussione o che comunque provochino sollecitazioni istantanee al mezzo da perforare, specie per l'attraversamento in roccia, quando si realizzano i pozzi adiacenti a pali già eseguiti.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Nel caso di instabilità delle pareti del pozzo si potrà fare ricorso per il sostegno delle stesse all'impiego di fanghi bentonitici o all'utilizzo di tuboforma secondo le modalità previste dalla buona prassi di utilizzo e secondo la normativa vigente.

Fatte salve diverse indicazioni, i pali verranno eseguiti da piano campagna effettuando un passaggio a vuoto fino alla quota di imposta fondazione.

Il getto del cls, così come le gabbie d'armatura ed i tubi per i controlli CND, dovrà quindi sporgere di circa un metro dalla quota di intradosso della fondazione.

GABBIE DI ARMATURA PER I PALI

Le armature metalliche saranno in acciaio FeB450C, controllato in stabilimento, come prescritto negli elaborati progettuali.

Dette armature dovranno essere assemblate fuori opera con le seguenti modalità: le barre longitudinali saranno collegate tra loro da spirale metallica esterna e da anelli di irrigidimento interni, utilizzando, legature per il collegamento delle barre con la spirale e, punti di saldatura elettrica, per l'unione con gli anelli di irrigidimento.

La messa in opera delle armature dovrà essere preceduta da una accurata pulizia del fondo pozzo e da un controllo sulla lunghezza dei pozzi.

Le gabbie di armatura dovranno essere poste in opera prima della esecuzione dei getti.

La loro posa in opera dovrà essere effettuata con procedure ed accorgimenti atti a mantenere le gabbie stesse in posto e centrate durante i getti, evitando che vadano ad appoggiare sul fondo del pozzo o vengano in contatto con le pareti dello stesso, ricorrendo a dispositivi distanziatori e centroni non metallici in modo da garantire lungo tutto il palo il copriferro netto minimo previsto negli elaborati di progetto esecutivo.

Ove previsto nel progetto della "rete di terra" si dovrà provvedere a cortocircuitare la gabbia di armatura come indicato nelle apposite successive prescrizioni.

CALCESTRUZZO PER PALI

Il calcestruzzo impiegato nel getto dei pali dovrà avere una classe di resistenza non inferiore a C35/45. L'impasto dovrà risultare sufficientemente fluido e lavorabile, ma non tale da favorire la segregazione dei componenti.

Gli inerti dovranno essere accuratamente lavati e il diametro massimo degli inerti non dovrà essere superiore a 16÷20 mm.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Al momento del getto, il calcestruzzo dovrà avere consistenza tale da permettere una buona lavorabilità e nello stesso tempo da limitare ai massimo i fenomeni di ritiro, nel rispetto del rapporto acqua/cemento.

Nella scelta del tipo di cemento e degli additivi si terrà conto delle caratteristiche chimiche dei terreni attraversati, dell'acqua del sottosuolo e dei fanghi di perforazione; salvo particolari contrarie condizioni rilevabili in fase esecutiva, si prescrive l'uso di cemento pozzolanico.

Per tutto ciò che riguarda la scelta, l'accettazione, la preparazione, il dosaggio, la miscelazione ed i controlli degli inerti e dei cementi si rimanda alla normativa vigente ed alle eventuali prescrizioni impartite dalla D.L. nel corso dei lavori.

L'intervallo di tempo tra la fine della perforazione ed il getto di calcestruzzo dovrà essere ridotto al minimo possibile per ogni palo; il getto dovrà avvenire con continuità, ad iniziare dal fondo foro, e la velocità dovrà essere mantenuta costantemente tra i 15 ed i 20 m³ di calcestruzzo fresco per ora.

Il getto dovrà raggiungere almeno la quota di 60÷80 cm oltre quella prevista per l'imposta delle fondazioni degli aerogeneratori, tale maggior volume sarà successivamente eliminato mediante demolizione (scapitozzatura).

Sarà cura dell'Appaltatore predisporre il trasporto e la posa in opera del conglomerato cementizio in modo tale da completare le operazioni di getto di ogni palo in tempi non eccedenti i tempi di inizio presa del cemento usato per gli impasti.

Le modalità per la posa in opera del conglomerato cementizio dovranno essere tali da evitare la segregazione degli inerti; in nessun caso sarà consentito porre in opera il conglomerato cementizio precipitandolo direttamente dalla bocca del foro.

Si dovrà quindi prevedere l'uso di un tubo convogliatore in acciaio, ad elementi giuntati a tenuta stagna, di diametro interno non inferiore a 20 cm.

Particolare attenzione dovrà essere posta soprattutto nell'avviare i getti, impiegando opportuni accorgimenti atti alla separazione del primo conglomerato dai fanghi (quando presenti), evitando che questi ultimi possano dilavarlo risalendo dalla tubazione.

Durante il getto, l'estremità del tubo convogliatore dovrà sempre rimanere immersa nel calcestruzzo già posto in opera, per una lunghezza di almeno un metro.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Occorrerà assicurarsi della continuità del palo in fondazione, tenendo sotto controllo il volume di calcestruzzo già immesso nel pozzo (da paragonarsi con quello teorico) ed il livello raggiunto dal calcestruzzo stesso, facendo attenzione soprattutto alle sue variazioni improvvise. Il costipamento del getto dovrà essere eseguito con sistemi idonei approvati preventivamente dalla D.L.

4.16 IMPERMEABILIZZAZIONI E COMPOSITI

Le opere di impermeabilizzazione serviranno a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso le pareti, fondazioni, ecc., o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti. Le impermeabilizzazioni verranno realizzate mediante l'utilizzo di guaine prefabbricate bituminose oppure di rivestimenti bituminosi.

Al fine di determinare la captazione ed il trasporto delle acque in trincea in terra verrà messo in opera un geocomposito drenante, costituito da due filtri esterni in non tessuto con interposta una struttura drenante tridimensionale ad elevato indice di vuoto.

4.17 CONTROLLO FINALE DEL PLINTO DELL'AEROGENERATORE

Prima di innalzare la torre, si dovrà effettuare un'ispezione finale della fondazione. Per il calcestruzzo normale è richiesto una maturazione di almeno 4 settimane.

5 AEROGENERATORE

5.1 GENERALITÀ

Per la realizzazione dell'impianto eolico in argomento è stato individuato l'aerogeneratore tripala ad asse orizzontale di marca SIEMENS GAMESA, modello sg-170 da 6,6 MW.

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto:

- avrà una Potenza Nominale pari a 6,6 MW;
- avrà n. 3 pale ciascuna della lunghezza di 85 m;
- sarà costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono di altezza pari a 135 m s.l.t.;
- avrà un diametro del rotore di 170 m;
- avrà uno sviluppo massimo in altezza pari a 220 m s.l.t..

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Ciascun aerogeneratore è sostenuto da una torre tubolare di forma tronco-conica in acciaio zincato ad alta resistenza, formata da n. 6 tronchi/sezioni tra loro collegati in verticale. La torre è di altezza pari a 135 metri e ciascuna pala è di lunghezza pari a 85 metri per uno sviluppo complessivo in altezza pari a 220 metri.

Il rotore, del diametro di 170 metri, è costituito da tre pale e da un mozzo posto frontalmente alla navicella all'altezza hub pari all'altezza della torre. Le pale sono controllate mediante un sistema di ottimizzazione della loro posizione in funzione delle varie condizioni del vento. L'area spazzata è pari a circa 22.687 m² ed il verso di rotazione è in senso orario con angolo di tilt pari a 6°. Le pale sono in fibra di carbonio e di vetro e sono costituite da due gusci di aerazione legati ad un fascio di supporto con struttura incorporata. Il mozzo è in ghisa, supporta le tre pale e trasferisce le forze reattive ai cuscinetti e la coppia al cambio.

L'albero principale di acciaio permette tale trasferimento di carichi. L'accoppiamento rende possibile il trasferimento dalla rotazione a bassa velocità del rotore a quella ad alta velocità del generatore. Il freno a disco è montato sull'albero ad alta velocità. La navicella ha una struttura esterna in fibra di vetro con porte a livello pavimento per consentire il passaggio delle strutture interne da montare. Sono presenti sensori di misurazione del vento e lucernari che possono essere aperti dall'interno della navicella ma anche dall'esterno. L'aerogeneratore opera a seconda della forza del vento. Al di sotto di una certa velocità, detta di cut in, la macchina è incapace di partire. Perché ci sia l'avviamento è necessario che la velocità raggiunga tale soglia che nel caso dell'aerogeneratore di progetto è pari a 3 m/s. La velocità del vento "nominale", ovvero la minima velocità che permette alla macchina di fornire la potenza di progetto, è pari a 15 m/s. Ad elevate velocità (25 m/s) l'aerogeneratore si ferma in modalità fuori servizio per motivi di sicurezza (velocità di cut off). La protezione contro le scariche atmosferiche è assicurata da un captatore metallico posizionato alla punta di ciascuna pala e collegato con la massa a terra attraverso la torre tubolare. Il sistema di protezione contro i fulmini è progettato in accordo con la IEC 62305, IEC 61400-24 e IEC 61024 – "Lightning Protection of Wind Turbine Generators" Livello 1. Il sistema elettrico prevede frequenza di 50 Hz e converter full scale.

Il movimento della turbina è regolato da un sistema di controllo del passo indipendente per ciascuna pala e da un sistema attivo di imbardata della navicella.

In tal modo il rotore può operare ad una velocità variabile, massimizzando la producibilità e minimizzando i carichi e le emissioni sonore.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

L'impianto eolico sarà costituito da n. 12 aerogeneratori con le caratteristiche sopra descritte, per una potenza elettrica complessiva pari a 79,20 MW. In considerazione dell'ingegnerizzazione di nuove turbine rispondenti al nuovo standard di connessione alla RTN a 36 kV, si è assunto che nelle more del completamento dell'iter autorizzativo dell'impianto la SIEMENS GAMESA avrà già prodotto e messo sul mercato le proprie turbine con tensione in uscita ai morsetti dell'alternatore in A.T. a 36 kV tramite un apposito trasformatore a bordo macchina.

5.2 NAVICELLA

La navicella in fibra di vetro è caratterizzata da un'apertura nel pavimento che permette l'accesso alla stessa dalla torre.

Il tetto è dotato di un lucernario che può essere aperto per accedere ai sensori montati sopra la navicella stessa. Inoltre, se necessario, sarà possibile inserire, al di sopra della navicella, le luci di segnalazione per gli enti aeronautici.

5.3 BASAMENTO NAVICELLA

Il telaio della navicella è stato progettato usando criteri di semplicità meccanica ma con una robustezza tale da supportare gli elementi della navicella e trasmettere i carichi alla torre. Questi carichi sono trasmessi attraverso il sistema di imbardata. Il basamento della navicella è suddiviso in due parti, una anteriore in ghisa e l'altra posteriore in una struttura a trave.

La parte in ghisa è utilizzata come fondazione del moltiplicatore di giri e del generatore. La parte inferiore è connessa al cuscinetto di imbardata.

5.4 MOLTIPLICATORE DI GIRI

Il moltiplicatore di giri, fissato al basamento della navicella, trasmette la rotazione dal rotore al generatore.

L'unità è la combinazione di uno stadio planetario e due stadi paralleli elicoidali. Il moltiplicatore di giri ha un sistema di lubrificazione principale mediante un filtraggio associato ad un'alta velocità di trasmissione.

Inoltre, è presente un secondario sistema di filtraggio elettrico il quale permette la pulizia dell'olio, riducendo in tal modo il numero di guasti, insieme ad un terzo sistema di raffreddamento.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

5.5 SISTEMA DI IMBARDATA

Il sistema di imbardata abilita la rotazione della navicella attorno agli assi della torre. Si tratta di un sistema attivo che opera in accordo con le informazioni ricevute dagli anemometri e dai sensori installati nella parte superiore della navicella.

I cuscinetti di imbardata sono utilizzati per ottenere un'adeguata torsione al fine di controllare la rotazione dell'imbardata. Il sistema di imbardata automatico si disattiva quando la velocità del vento scende sotto i 3 m/s.

5.6 SISTEMA FRENANTE

Il freno aerodinamico, attivato dal controllo del passo delle pale permette di frenare le pale fino alla posizione estrema (messa in bandiera).

Inoltre, quando la turbina è già decelerata dal freno aerodinamico, il sistema idraulico fornisce una pressione al freno a disco che agisce direttamente sull'albero lento.

Il freno di stazionamento può essere attivato anche manualmente mediante un bottone di emergenza posizionato all'interno della turbina.

5.7 GENERATORE

Il generatore è trifase di tipo asincrono con un'elevata efficienza ed il cui raffreddamento avviene mediante uno scambiatore di calore aria-aria.

Il sistema di controllo permette di operare a velocità variabili usando il controllo sulla frequenza del rotore. Le caratteristiche del generatore sono le seguenti:

- comportamento sincrono nei confronti della rete;
- operatività ottimale a qualsiasi velocità del vento, massimizzando la producibilità e minimizzando i carichi e le emissioni sonore;
- controllo di potenza attiva e reattiva;
- graduale connessione e disconnessione alla/dalla rete elettrica.

5.8 TRASFORMATORE

Il trasformatore è posizionato in un compartimento separato mediante un pannello metallico, nella parte posteriore della navicella, in modo da creare un isolamento termico ed elettrico. Esso è del tipo trifase a secco in resina ed eleva la tensione del Generatore a 36 kV.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Essendo a secco sono minimizzati i rischi di incendio ma in ogni caso il trasformatore include tutte le misure di protezione necessarie.

5.9 ROTORE - MOZZO

Il mozzo è realizzato in ghisa ed usato per trasmettere la potenza al generatore attraverso la trasmissione. Esso è collegato alla radice esterna delle tre pale ed all'albero principale mediante imbullonatura.

Il mozzo ha un'apertura frontale che permette l'accesso all'interno per le eventuali ispezioni e la manutenzione del sistema di controllo del passo della pala. L'altezza dal piano campagna del mozzo nel caso dell'aerogeneratore in questione è di 135 m.

5.10 REGOLAZIONE DEL PASSO

Il meccanismo di regolazione del passo è localizzato nel mozzo ed il cambiamento del passo della pala è determinato da cilindri idraulici, i quali permettono la rotazione della pala tra 5° e 95°. Ogni pala possiede il proprio cilindro idraulico di azionamento.

Sulla base delle condizioni di vento, le pale sono continuamente posizionate con un angolo di calettamento ottimale. La regolazione del passo funziona in accordo con i seguenti parametri:

- quando la velocità del vento è minore di quella nominale, l'angolo di inclinazione è impostato in modo da massimizzare la potenza elettrica per ciascun valore di velocità del vento;
- quando la velocità del vento è superiore a quella nominale, l'angolo di inclinazione è impostato in modo da riportare i valori di potenza a quella nominale.

5.11 PALE

Le pale sono realizzate in fibre di vetro e di carbonio rinforzate con resina epossidica. Ciascuna pala consiste in due gusci disposti attorno ad una trave portante.

Le pale sono realizzate in modo tale da minimizzare il rumore ed i riflessi di luce; il profilo delle stesse è disegnato per svolgere due funzioni di base: strutturale ed aerodinamica. Ogni pala possiede un sistema di protezione contro i fulmini consistente in ricevitori posizionati sulla punta della pala e conduttori di filo di rame all'interno della pala stessa.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

5.12 TORRE

La torre è realizzata in acciaio tubolare suddivisa in sezioni di forma tronco-conica. Qualora fosse necessario, all'interno potrebbe essere installato anche un ascensore che condurrebbe alla navicella in sommità.

5.13 CONTROLLO E REGOLAZIONE

La turbina è controllata e monitorata da idoneo sistema hardware e da apposito software del Costruttore.

Il sistema di controllo si basa su quattro parti principali (base, navicella, mozzo e converter) le quali sono connesse tra loro da idoneo network.

Le principali caratteristiche del sistema di controllo della turbina sono le seguenti:

- monitoraggio continuo e supervisione dei componenti delle turbine;
- sincronizzazione del generatore alla rete durante la sequenza di collegamento per limitare il flusso di corrente;
- funzionamento della turbina durante le varie situazioni di guasto;
- imbardata automatica della navicella;
- del passo delle pale;
- controllo delle emissioni acustiche;
- monitoraggio delle condizioni ambientali;
- monitoraggio della rete.

5.14 MONITORAGGIO

I parametri della turbina e della produzione di energia sono controllati da differenti sensori di misura: ci sono dei sensori che catturano i segnali esterni alla turbina come ad esempio la temperatura esterna o la direzione del vento.

Altri sensori registrano i parametri di funzionamento delle turbine come temperatura, livelli di pressione, vibrazioni e posizione delle pale.

Tutte le informazioni sono registrate ed analizzate in tempo reale e convogliate nelle funzioni di monitoraggio del sistema di controllo.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

5.15 PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

L'aerogeneratore in oggetto è dotato di sistema di protezione contro i fulmini, il quale protegge la turbina dalla punta della pala fino alla fondazione.

Il sistema permette che la corrente generata dai fulmini non interferisca con i componenti vitali all'interno della pala, della navicella e della torre, senza causare danni.

Il sistema di protezione contro i fulmini è progettato in accordo con la IEC 62305, IEC 61400-24 e IEC 61024 – "Lightning Protection of Wind Turbine Generators" Livello 1.

6 DISTRIBUZIONE ELETTRICA

6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il progetto degli elettrodotti interrati a 36 kV per la distribuzione elettrica interna all'impianto, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta verso la CEU e per il collegamento in antenna dalla CEU verso la S.E. RTN, si è fatto riferimento alle seguenti principali normative come ad oggi integrate e modificate:

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09;
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06;
- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07;
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- Norma Tecnica IEC 60287 – “Electric cables – Calculation of the current rating”;
- Norma Tecnica CEI 20-21:1998-01, ed. seconda – “Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1. In regime permanente (fattore di carico 100%)”;
- Norma Tecnica IEC 60583 – “Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables”;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 – “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- Decreto del Ministero degli interni 24 novembre 1984 – “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale”;
- Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 – “Attuazioni direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio” e successive modificazioni;
- Decreto legislativo aprile 2008 n. 81 – “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”;
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003, n. 259 – “Codice della comunicazione elettronica”;
- Norma Tecnica CEI 304-1:2005-11, ed. Prima – “Interferenze elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche. Identificazione dei rischi e limiti di interferenza”;
- Ordinanza Ministeriale 20 marzo 2003, n. 3274 s.m.i.;
- Decreto legislativo n. 152 del 03 aprile 2006 – “Testo Unico sull’ambiente” e s.m.i.;
- Unificazione TERNA “Linee in cavo AT” per l’esecuzione degli elettrodotti in cavo interrato;
- UX LK401 Prescrizioni per il progetto elettrico e la progettazione del tracciato dei collegamenti in cavo, ed. 07/2010;
- UX LK411 Prescrizioni per l’esecuzione delle opere civili connesse alla posa dei cavi, ed. 02/2008.

6.2 MODALITÀ DI POSA DEI CAVIDOTTI

GENERALITÀ

La distribuzione elettrica a tutti i livelli avverrà mediante collegamenti elettrici in cavidotti interrati eserciti alla tensione di 36 kV.

Come adeguatamente descritto e rappresentato negli Elaborati specifici di progetto, le modalità di posa dei cavidotti sono le seguenti:

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- scavi a sezione ristretta obbligata (trincea) aventi lunghezza variabile in funzione della tipologia di posa, profondità di 1,60 m e larghezza variabile a seconda del numero di terne da posare ed in particolare larghezza media variabile da 0,40 m a 0,80 m;
- posa della eventuale corda di rame nuda lungo il fondo scavo;
- letto di sabbia di frantoio di 10 cm;
- posa dei tubi corrugati di diametro variabile tra 160 mm e 200 mm per la posa dei cavi elettrici a seconda delle sezioni dei cavi;
- ulteriore strato di sabbia di frantoio all'interno del quale è prevista la posa dei tubi corrugati di diametro 50 mm per la posa della fibra ottica, fino a raggiungere la quota di 1,10 metri sotto il piano di campagna;
- piastra di protezione in c.a.v.;
- riempimento con terreno vegetale fino: a) al piano di campagna nel caso di posa sotto terreno vegetale; b) allo strato di finitura degli ultimi 15 cm in misto granulare stabilizzato fino al piano di campagna nel caso di posa sotto sede stradale sterrata/brecciata; c) fino allo strato di finitura degli ultimi 24 cm (20 cm di sottofondo stradale in conglomerato bituminoso – binder e 4 cm di tappetino d'usura finale) fino al piano di campagna nel caso di posa sotto sede stradale asfaltata;
- nastro in PVC di segnalazione a quota intermedia all'interno dello strato di riempimento in terreno vegetale;

I cavi provenienti dalla navicella, che trasportano l'energia elettrica prodotta in B.T., saranno collegati, tramite cavi di potenza di opportuna sezione ai trasformatori B.T./A.T. a bordo macchina che eleveranno il valore della tensione a 36kV. I trasformatori sono posizionati all'interno della navicella, non comportando dunque alcunulteriore ingombro.

L'energia prodotta da ogni aerogeneratore sarà quindi adattata, con i suddetti trasformatori elevatori, alle caratteristiche (frequenza di 50 Hz e tensione 36 kV), e sarà quindi opportunamente convogliata a 36 kV secondo quanto previsto dal progetto elettrico dell'opera fino al collegamento allo stallo a 36 kV nella S.E. RTN. Il tutto, come dettagliato negli appositi Elaborati specialistici di progetto, utilizzando cavi del tipo RG7H1R 26-45 kV (U_{max}=52 kV) di opportuna sezione adatta alla potenza in transito, aventi caratteristiche di isolamento funzionali alla tensione di esercizio.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con l'infissione, ogni 200 metri circa, di cartelli metallici indicanti l'esistenza dei cavi sottostanti. Tali cartelli potranno essere eventualmente sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (profondità di posa, tensione di esercizio).

A distanza adeguata, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle camere cavi, costituite da pozzetti di ispezione 80cm x 80cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.

POZZETTI E CAMERETTE

Lungo la rete dei cavidotti, per contenere le giunzioni fra le varie tratte, al fine di proteggerle e renderle ispezionabili, potranno essere utilizzati pozzetti e camerette. Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono poter introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI

La messa a terra dei rivestimenti metallici ha lo scopo di rendere equipotenziali le masse metalliche che ricoprono il cavo, ponendole tutte a potenziale zero; dato l'elevato valore di tensione del conduttore (36 kV), il materiale isolante (dielettrico) che ricopre il conduttore sarà sede di correnti di spostamento che dal conduttore fluiscono verso il rivestimento metallico.

Per effetto di queste correnti la massa metallica esterna (armatura) si troverà sotto tensione, ad un valore pericoloso per il corpo umano. Qualora nella trincea fossero posati più cavi o coesistano cavi e altre condotte (telecomunicazioni, gas, acquedotti) il fenomeno può estendersi ad altre parti metalliche presenti, pertanto la messa a terra delle masse metalliche annulla questo fenomeno, evitando sollecitazioni dannose per l'isolante del cavo e offrendo maggiore sicurezza al personale tecnico ed elementi di altre reti.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Lo schermo dei cavi deve essere messo a terra ad entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto. Ai sensi della CEI 11-27, gli schermi dei cavi saranno sempre aterrati alle estremità e possibilmente nella mezzeria del tratto più lungo collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.

INTERFERENZE TRA CAVI ELETTRICI ED ALTRE INFRASTRUTTURE INTERRATE

Parallelismi tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione, i cavi di energia devono, di norma, essere posati alla maggiore distanza possibile e quando sono posati lungo la stessa strada si devono dislocare possibilmente ai lati opposti di questa. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra, è ammesso posare i cavi in vicinanza, purché sia mantenuta fra i due cavi una distanza minima non inferiore a 0,30 m. Qualora detta distanza non possa essere rispettata, è necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:

- cassetta metallica zincata a caldo
- tubazioni in acciaio zincato a caldo;
- tubazione in materiale plastico conforme alle norme CEI.

I predetti dispositivi possono essere omessi sul cavo posto alla profondità maggiore quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0,15 m.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata, in appositi manufatti (tubazione, cunicoli ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi.

Nel caso in cui i cavi siano posati nello stesso manufatto, non è prescritta nessuna distanza minima da rispettare, purché sia evitata la possibilità di contatti meccanici diretti e siano dislocati in tubazioni diverse.

Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore a 0,30 metri ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, mediante un dispositivo di protezione identico a quello previsto per i parallelismi. Tali dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo situato superiormente. Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione, senza necessità di effettuare scavi.

Parallelismi ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrato

La distanza in proiezione orizzontale fra i cavi di energia e le tubazioni metalliche interrato, adibite al trasporto e alla distribuzione dei fluidi (acquedotti, oleodotti e simili), posate parallelamente ai cavi medesimi, non deve essere inferiore a 0,30 m.

Si può tuttavia derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti quando:

- la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,5 m;
- tale differenza è compresa fra 0,30 e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili.

Per le tubazioni adibite ad altro uso tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra i soggetti interessati, purché il cavo di energia e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro.

Le superfici esterne di cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche interrato non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse.

Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio.

Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Tale distanza può essere ridotta fino a un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 metri per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura, oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (ad esempio, lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido). Questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Le distanze sopraindicate possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo fra i soggetti interessati, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico. Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare prescrizioni sul distanziamento.

Interferenze tra cavi elettrici e gasdotti

Le distanze da rispettare nei parallelismi e incroci fra cavi elettrici e tubazioni di cui al precedente paragrafo sono applicabili, ove non in contrasto con il D.M. 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0.8", ai cavi direttamente interrati con le modalità di posa 'L' (senza protezione meccanica) e 'M' (con protezione meccanica) definite dalle Norme CEI 11-17 (art. 2.3.11 e fig.1.2.06).

7 LINEE ELETTRICHE DI COLLEGAMENTO A 36 KV

Come evincesi dall'Elaborato A_16_b_7_1 "SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE IMPIANTO EOLICO", sono state progettate le seguenti opere elettriche:

- Elettrodotto V1 relativo alla Tratta WTG01 - CEU, di 742 metri, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 1 (costituito dal solo aerogeneratore WTG01) verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- Elettrodotto E1 relativo alla Tratta WTG 04 – WTG 03, di 1544 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 04 all'aerogeneratore 03, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E2 relativo alla Tratta WTG 03 – WTG 02, di 2310 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 03 all'aerogeneratore 02, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto V2 relativo alla Tratta WTG02 - CEU, di 3519 metri, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 2 verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x240 mm²;
- Elettrodotto E3 relativo alla Tratta WTG 08 – WTG 07, di 1098 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 08 all'aerogeneratore 07, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E4 relativo alla Tratta WTG 07 – WTG 06, di 1750 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 07 all'aerogeneratore 06, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E5 relativo alla Tratta WTG 06 – WTG 05, di 2354 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 06 all'aerogeneratore 05, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x240 mm²;
- Elettrodotto V3 relativo alla Tratta WTG05 - CEU, di 8559 metri, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 3 verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x400 mm²;
- Elettrodotto E6 relativo alla Tratta WTG 12 – WTG 11, di 2134 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 12 all'aerogeneratore 11, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E7 relativo alla Tratta WTG11 – WTG10, di 1972 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 11 all'aerogeneratore 10, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;
- Elettrodotto E8 relativo alla Tratta WTG09 – WTG10, di 1925 metri, per il collegamento dall'aerogeneratore 09 all'aerogeneratore 10, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x95 mm²;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- Elettrodotto V4 relativo alla Tratta WTG10 - CEU, di 10248 metri, per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal GRUPPO DI GENERAZIONE 4 verso la CEU, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x1x400 mm²;
- Elettrodotto A relativo alla Tratta CEU - S.E. RTN, di 7188 metri, per il collegamento dell'impianto eolico in antenna allo stallo a 36 kV nella futura S.E. RTN, interrato, con tensione di esercizio 36 kV, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV - 3x(3x1x400) mm².

8 VERIFICHE SULLE LINEE ELETTRICHE DI COLLEGAMENTO A 36 KV

8.1 VERIFICA DELLA PORTATA DELLE CONDUTTURE

Elettrodotto	Sezione singolo cavo	Ib	Iz	Verifica Ib<Iz
	[mm ²]	[A]	[A]	
E1	95	106	237	ok
E2	95	212	237	ok
E3	95	106	237	ok
E4	95	212	237	ok
E5	240	318	390	ok
E6	95	106	237	ok
E7	95	212	237	ok
E8	95	106	237	ok
V1	95	106	237	ok
V2	240	318	390	ok
V3	400	424	495	ok
V4	400	424	495	ok
A	3x400	1274	1485	ok

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Nella precedente tabella, nella quale I_b è la corrente di impiego della condotta ed I_z la portata in corrente della condotta stessa, sono state confrontate, per ogni singola linea, la portata della condotta calcolata tenendo conto della tipologia di posa, con la corrente di impiego della condotta stessa.

Dai dati riportati nella tabella si evince chiaramente che le condutture sono correttamente dimensionate per sopportare la relativa corrente di impiego.

In sede di progettazione esecutiva saranno eseguiti i calcoli di dettaglio di "LOAD FLOW" e delle correnti di corto circuito.

8.2 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Il sistema A.T. con tensione nominale 36 kV con neutro isolato è caratterizzato da:

- valore della corrente di guasto a terra, calcolato in base alla norma CEI 11-8, pari a 275 A;
- durata del guasto a terra, da impostare nella programmazione delle protezioni, pari a 0.5 s.

Dai dati iniziali sopra riportati, applicando il metodo di calcolo riportato nell'Allegato A alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), si ottiene:

- Tensione di contatto ammissibile $U_{tp}=220$ V (Tabella B.3);
- Impedenza totale del corpo umano $Z_t=1225$ ohm (Tabella B.2);
- Limite di corrente nel corpo umano $I_b = 267$ mA;
- Fattore cardiaco HF = 1 relativo al contatto mano-piedi;
- Fattore corporeo BF = 0.75 relativo al contatto mano-piedi;
- Impedenza del corpo $Z_T = 1000$ ohm;
- Resistenza aggiuntiva della mano $R_H = 0$ ohm (non considerata);
- Resistenza aggiuntiva dei piedi $R_{F1} = 1000$ ohm, relativa a scarpe vecchie ed umide;
- Resistività del terreno prossimo alla superficie $\rho_S = 100$ relativa a terreno vegetale.

Da questi dati, è possibile calcolare una Tensione di contatto ammissibile a vuoto $U_{vTp} = 507$ V. Si precisa, comunque, che il progetto della rete di terra non può ricondursi alla semplice risoluzione di un problema matematico, a causa dei numerosi e non univocamente determinati parametri da prendere in considerazione, quali ad esempio:

- resistività del terreno non omogenea, né in direzione verticale né in direzione orizzontale;
- presenza di dispersori naturali che alterano in modo non prevedibile il campo elettrico in superficie;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- tipo di pavimentazione e sua finitura;
- umidità del terreno e condizioni ambientali durante le operazioni di verifica strumentale;
- manufatti e reti di terra altrui, nelle immediate vicinanze.

8.3 VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA

L'impianto di dispersione di ognuno degli aerogeneratori sarà costituito da un doppio anello ciascuno di forma circolare, il primo (interno) di raggio 16,50 m ed il secondo (esterno) di raggio 18,50 m. Ciascuno dei due anelli di terra circolari risulta integrato da n. 8 picchetti verticali di lunghezza pari a 4 m cadauno. Tali impianti, in condizioni normali di esercizio, saranno collegati tra loro, attraverso la corda di rame da 50 mm² che corre lungo gli elettrodotti, pertanto tali impianti di dispersione verranno considerati in parallelo. I valori della resistenza di terra associabili ad ognuno dei dispersori sono i seguenti:

- resistenza dell'anello circolare esterno: 2,13 Ω;
- resistenza di ognuno dei n. 8 picchetti verticali: 14,19 Ω (questi, messi in parallelo determinano complessivamente una resistenza di terra pari a 1,77 Ω);

Pertanto, considerando il contributo complessivo dei dispersori associati ad ogni turbina otterremo una resistenza di terra pari a $R_t=1,55 \Omega$.

8.4 VERIFICA TERMICA DEL DISPERSORE

Sezione minima per garantire la resistenza meccanica ed alla corrosione

Il dispersore orizzontale è costituito da corda di rame nudo, per cui ai sensi dell'Allegato C alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) dovrà avere una sezione minima di 25 mm².

Per la protezione contro la corrosione è necessario utilizzare materiali tali che il loro contatto non generi coppie elettrolitiche.

Dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra

Per effettuare il dimensionamento termico del dispersore si utilizza la formula presente nell'Allegato D alla norma CEI EN 50522 (CEI 99-3), tenendo presente che secondo quanto riportato nell'art. 5.3, è possibile ripartire la corrente di guasto tra diversi elementi del dispersore.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Secondo tali calcoli, per disperdere la corrente di guasto è necessaria una corda di sezione circa 1,00 mm². Le sezioni utilizzate partono da 35 mm² per cui soddisfano entrambe le condizioni con sufficiente margine di sicurezza.

8.5 CALCOLO E VERIFICA DELLA TENSIONE TOTALE DI TERRA

Per tale impianto, la tensione totale di terra U_t risulta pari a 427 V nel caso in cui gli impianti di terra delle turbine siano separati.

Considerando che per tale sistema la tensione massima ammissibile è $U_{tp} = 220$ V, il valore calcolato risulta essere teoricamente superiore, pertanto ad impianto realizzato dovranno essere verificate le tensioni di passo e contatto attraverso apposite misure strumentali eseguite in campo professionista abilitato.

9 CABINA ELETTRICA UTENTE (CEU)

9.1 DESCRIZIONE GENERALE

Come già detto in premessa, ai fini della connessione dell'impianto di produzione alla RTN, la STMG preventivata ed accettata dalla Proponente prevede che l'impianto debba essere collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36 kV (S.E. RTN).

Gli elettrodotti di vettoriamento V1, V2, V3 e V4 in A.T. a 36 kV progettati e sopra descritti (interrati, in cavo tipo RG7H1R 26-45 kV di adeguata sezione) dedicati al trasporto dell'energia prodotta complessivamente dall'impianto eolico, si attesteranno sulla sezione a 36 kV di una Cabina Elettrica Utente (CEU) all'interno della quale saranno previste opere civili ed elettriche atte a garantire tutti gli standard di sicurezza elettrica previsti ed il rispetto della normativa tecnica vigente e del Codice di rete. Per ogni dettaglio progettuale di merito si rimanda agli specifici Elaborati tecnici e grafici.

9.2 DATI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI

L'area complessivamente occupata dalla CEU è pari a circa 835 m² di cui circa 540 m² recintata all'interno della quale gli edifici occupano 110 m².

Le principali caratteristiche del sistema elettrico relativo alla CEU sono le seguenti:

- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Tensione nominale del sistema A.T.: 36 kV;

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- Tensione massima del sistema A.T.: 45 kV;
- Stato del neutro del sistema A.T.: franco a terra;
- Corrente nominale di guasto a terra del sistema A.T.: 31,5 kA;
- Durata del guasto a terra del sistema A.T.: 650 ms.

Il dimensionamento geometrico ed impiantistico della CEU, ai fini dell'esercizio e della manutenzione, risponde ai requisiti dettati dalla Norma CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata" ed alle Specifiche di TERNA S.p.A..

Essa in particolare garantisce:

- la possibilità di circolazione delle persone in condizioni di sicurezza su tutta la superficie;
- la possibilità di circolazione dei mezzi meccanici per le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria, grazie alla possibilità di manovra nell'area interna.

Per l'alloggiamento delle apparecchiature di protezione e controllo, dei quadri arrivo/partenza linee a 36 kV, il locale misure, il locale trasformatore e quadri dei servizi ausiliari di Cabina, il Gruppo Elettrogeno, un locale magazzino e per le telecomunicazioni dell'impianto eolico, è prevista la realizzazione di un edificio adibito ad ospitare i locali tecnici.

Per le ulteriori esigenze connesse all'esercizio dell'impianto ed al suo regolare funzionamento in parallelo alla RTN, è stato previsto un ulteriore edificio composto da locale turbinista ed un secondo magazzino.

E' inoltre stata prevista l'ubicazione di un container per ospitare un sistema di compensazione ed altri apparati. Infine è stata prevista un'area esterna sufficientemente ampia adibita al soddisfacimento di esigenze di deposito temporaneo di materiali.

9.3 OPERE CIVILI

Le opere civili ed edili consisteranno essenzialmente in:

- Scotico superficiale dell'area di impronta della CEU;
- realizzazione della recinzione della CEU;
- realizzazione di un piazzale brecciato;
- realizzazione in opera di edificio utente con dimensioni in pianta di 23,80 m x 2,60 m;
- realizzazione di un locale tecnico turbinista e di un magazzino con dimensioni massime in pianta di 12 m x 2,60 m.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Sono previste in particolare le seguenti opere:

- realizzazione di scotico superficiale delle dimensioni di 835 m² x 0,20 m di profondità;
- realizzazione di edificio utente ed area destinata a container da realizzare in opera con idonea platea di fondazione per la cui realizzazione è necessario eseguire uno scavo delle dimensioni di 120 m² x 0,90 m di profondità dopo lo scotico di 0,20 m;
- realizzazione di locale tecnico turbinista e magazzino da realizzare in opera con idonea platea di fondazione per la cui realizzazione è necessario eseguire uno scavo delle dimensioni di 47 m² x 0,90 m di profondità dopo lo scotico di 0,20 m;
- realizzazione di recinzione perimetrale mediante idonee opere di fondazione per la cui realizzazione è necessario eseguire uno scavo delle dimensioni di 13 m² x 1,10 m di profondità;
- realizzazione di piazzale brecciato (al netto delle aree delle platee di fondazione) per la cui realizzazione è necessario eseguire uno scavo delle dimensioni di 655 m² x 0,70 m di profondità dopo lo scotico di 0,20 m.

In particolare si avrà cura di realizzare:

- accurata sistemazione delle aree e dei piazzali con realizzazione di opere di contenimento e consolidamento;
- idonee superfici di circolazione e manovra per il trasporto dei materiali e delle apparecchiature;
- accesso carrabile e relativo raccordo alla nuova viabilità esterna da realizzare appositamente e da raccordare a sua volta alla viabilità ordinaria esistente;
- allaccio alla rete idrica locale per le esigenze d'approvvigionamento idrico o soluzione alternativa;
- corretto dimensionamento delle platee di fondazione degli edifici;
- ispezionabilità dei cavidotti A.T. e B.T. (tubi, cunicoli, passerelle, ecc);
- adozione di soluzioni ottimali per la prevenzione incendi;
- idonea sistemazione del sito con materiale atto a garantire un adeguato drenaggio delle acque meteoriche;
- idoneo sistema di raccolta delle acque nere provenienti dallo scarico dei servizi igienici dell'edificio utente.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Inoltre sarà verificata, preliminarmente alla stesura del progetto esecutivo delle opere civili, la consistenza del terreno, tramite indagini geognostiche e geologiche, al fine di valutare la necessità di ulteriori opere di consolidamento, se necessarie e comunque per poter estrapolare tutti i dati utili alla elaborazione del progetto esecutivo medesimo.

9.4 SERVIZI AUSILIARI

I Servizi Ausiliari (S.A.) sono tutti quegli impianti elettrici in B.T. in corrente alternata e corrente continua necessari per il corretto funzionamento dell'impianto. Per l'alimentazione dei S.A. di Cabina sarà prevista almeno una fonte principale in grado di alimentare tutte le utenze, sia quelle necessarie al funzionamento che quelle accessorie. Sarà prevista inoltre una seconda alimentazione, detta alimentazione di emergenza, in grado di alimentare tutte le utenze. Un sistema di commutazione automatica posto sul quadro di distribuzione in c.a. provvederà ad inserire la fonte di alimentazione disponibile. In caso di mancanza dell'alimentazione principale, sarà inserita l'alimentazione di emergenza. Le principali utenze in corrente alternata dei S.A. saranno:

- apparecchiature A.T. a 36 kV;
- scaldiglie;
- quadri di controllo;
- sistema di protezione comando e controllo;
- quadri principali dei servizi generali degli edifici;
- impianti di illuminazione interna ed esterna;
- impianti prese Forza Motrice;
- illuminazione esterna;
- quadri principali dei servizi tecnologici:
- impianto telefonico;
- impianto antintrusione;
- automazione cancello;
- rilevazione incendi;
- riscaldamento e condizionamento.

Per l'alimentazione dei S.A. in corrente continua sarà previsto un doppio sistema di alimentazione raddrizzatore e batteria tampone.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

In caso di mancanza della sorgente alternata, la capacità della batteria sarà tale da assicurare il corretto funzionamento dei circuiti alimentati per il tempo necessario affinché il personale di manutenzione possa intervenire, e comunque per un tempo non inferiore a 4 ore.

Le principali utenze in corrente continua saranno:

- sistema di protezioni elettriche dell'impianto A.T.;
- quadri del sistema di comando e controllo delle apparecchiature;
- quadri di misura;
- motori di manovra dei sezionatori;
- apparecchiature di diagnostica.

9.5 SISTEMA DI PROTEZIONE COMANDO E CONTROLLO (SPCC)

Il Sistema di Protezione Comando e Controllo (SPCC) si basa su tecnologia a microprocessore programmabile, al fine di permettere il facile aggiornamento dei parametri, applicazioni ed espansioni degli elementi dell'architettura. I componenti del sistema costituiscono i "moduli" che permettono di realizzare l'architettura necessaria per ogni tipo di intervento.

Il sistema sarà finalizzato in particolar modo alle attività di acquisizione, esercizio e manutenzione degli impianti. Il SPCC sarà composto da apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni di acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione.

Il sistema si basa sulla seguente visione di architettura dell'automazione degli impianti:

- adozione di sistemi aperti con distribuzione delle funzioni;
- integrazione del controllo locale con quello remoto (teleconduzione);
- comunicazione paritetica tra gli apparati intelligenti digitali (IED - *Intelligent Electronic Device*);
- interoperabilità di apparati di costruttori diversi;
- interfaccia di operatore standard e comune alle diverse applicazioni;
- configurazione, controllo e gestione dei sistemi in modo centralizzato.

L'architettura del sistema si basa sulla logica distribuita delle funzioni in tempo reale per controllo, monitoraggio, conduzione e protezione della Cabina, per mezzo di unità IED tipicamente a livello di stallo, unità controller/gateway di Sottostazione ed interfaccia operatore di tipo grafico, le cui principali peculiarità saranno:

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

- architettura modulare basata su standard "aperti" affermati a livello internazionale;
- flessibilità dell'architettura che permetta l'aggiornamento tecnologico del sistema ed i futuri sviluppi funzionali con integrazione di apparati IED di diversi fornitori;
- autodiagnosi dei componenti;
- massimo utilizzo di piattaforma HD e SW standard di mercato, modulari e scalabili;
- modellazione dei dati "object oriented" per la descrizione degli elementi d'impianto, ai fini dell'interoperabilità tra i processi interni al sistema e dell'integrazione delle informazioni in un database di Sottostazione;
- semplificazione dei cablaggi derivante dall'uso di comunicazioni digitali nell'area di Sottostazione.

La sala di comando locale consente di operare in autonomia per attuare manovre opportune in situazioni di emergenza. A tal proposito nella sala comando sarà prevista un'interfaccia HMI, che consente una visione schematica generale dell'impianto, nonché permette la manovrabilità delle apparecchiature. Inoltre presenta in maniera riassuntiva le informazioni relative alle principali anomalie e quelle relative alle principali grandezze elettriche

L'automatismo di impianto e le interfacce con la postazione dell'operatore remoto saranno garantite per un'elevata efficienza della teleconduzione basata su:

- semplicità dei sistemi di automazione;
- omogeneità, nei diversi impianti telecondotti, dei dati scambiati con i Centri;
- numero delle misure ridotto a quelle indispensabili ed affidabilità delle misure;
- ridondanza delle misure e segnalazioni (ove necessarie);
- possibilità di applicare contemporaneamente due modalità di conduzione (manuale/automatizzata);
- interblocchi che impediscano l'attuazione di comandi non compatibili con lo stato degli organi di manovra e di sezionamento.

9.6 COLLEGAMENTI IN CAVO

Le caratteristiche tecniche, i materiali ed i metodi di prova relativi a tutti i cavi A.T. e B.T. per circuiti di potenza e controllo, cavi unipolari per cablaggi interni dei quadri, e per impianti luce e f.m. saranno rispondenti alle Norme CEI e tabelle CEI UNEL di riferimento.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

I cavi per i collegamenti interni agli edifici saranno del tipo non propaganti l'incendio, secondo quanto indicato dalla Norma CEI 20-22, e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, secondo quanto indicato dalla Norma CEI 20-37, mentre quelli per i collegamenti verso le apparecchiature esterne saranno solo del tipo non propaganti l'incendio.

I cavi di comando e controllo saranno di tipo schermato, con lo schermo opportunamente collegato a terra.

Il dimensionamento dei sistemi di distribuzione in c.a. e c.c. sarà effettuato secondo la normativa vigente (in particolare la CEI 64-8), con riferimento alle caratteristiche dei carichi, alle condizioni di posa ed alle cadute di tensione ammesse.

9.7 IMPIANTO DI TERRA

Come evincesi dall'Elaborato A_16_b_12 "*CABINA ELETTRICA UTENTE: IMPIANTO DI TERRA*", l'impianto di terra sarà costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame ed è dimensionato termicamente per la corrente di guasto prevista, per una durata di 0,5 s.

Il lato di maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1. Nei punti sottoposti ad un maggior gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente ridotte. In particolare, l'impianto sarà costituito mediamente da maglie aventi lato di 5 m salvo diverse esigenze e particolari realizzativi come rappresentato nel predetto Elaborato.

La rete di terra sarà opportunamente collegata alla rete metallica di armatura delle platee di fondazione degli edifici alla quale saranno collegati i diversi collettori di terra dei vari locali tecnici.

Sarà dunque assicurato un collegamento diretto della rete di terra alla rete metallica di armatura delle platee di fondazione gettate in opera che, mediante cime emergenti in corda di rame da 63 mm², sarà collegata ad un collettore di terra principale dislocato all'interno di ciascun locale, come adeguatamente rappresentato nel predetto Elaborato.

Perimetralmente all'intera area ed in corrispondenza/prossimità degli edifici, saranno previsti inoltre dispersori di terra verticali in acciaio di opportune dimensioni, i quali saranno opportunamente collegati ai nodi equipotenziali di prossimità presenti sulla rete di terra (dispersore orizzontale). Le apparecchiature e le strutture metalliche saranno connesse all'impianto di terra mediante opportuni conduttori di rame, il cui numero varia da 2 a 4 in funzione della tipologia del componente connesso a terra.

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

Per non creare punti con forti gradienti di potenziale si è fatto in modo, per quanto possibile, che il conduttore periferico non presenti raggio di curvatura inferiore a 8 m. Si precisa comunque che, ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto saranno rilevate sperimentalmente. La rete di terra sarà costituita da conduttori in corda di rame nudo di diametro 10,5 mm (sezione 63 mm²) interrati ad una profondità di 0,70 m, aventi le seguenti caratteristiche:

- buona resistenza alla corrosione per una grande varietà di terreni;
- comportamento meccanico adeguato;
- bassa resistività, anche a frequenze elevate;
- bassa resistenza di contatto nei collegamenti.

I conduttori di terra che collegano al dispersore le strutture metalliche, saranno in rame di sezione 125 mm² collegati a due lati di maglia.

Allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e di controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza, alcuni collegamenti alla rete di terra saranno opportunamente realizzati mediante quattro conduttori di rame sempre di sezione 125 mm² e comunque non meno di 2.

I conduttori di rame saranno collegati tra loro con dei morsetti a compressione in rame. Il collegamento ai sostegni sarà realizzato mediante capicorda e bulloni.

9.8 ILLUMINAZIONE AREE E LOCALI

Tutte le aree saranno illuminate tramite pali di illuminazione con plinto di fondazione in cemento armato, torre di sostegno in acciaio e proiettori LED orientabili, in numero e caratteristiche tali da assicurare un livello di illuminamento medio adeguato.

Il comando dell'accensione dell'impianto di illuminazione esterna, verrà effettuato attraverso un interruttore dedicato e da un apposito interruttore crepuscolare, posto in uno dei locali tecnici.

I locali tecnici saranno dotati di una alimentazione trifase a 230/400V in c.a., con una potenza disponibile adeguata alle esigenze di servizio. All'interno di ogni singolo locale, si realizzerà un impianto di illuminazione e f.m., secondo quanto previsto dal progetto e nel rispetto di quanto stabilito dalla normativa CEI.



Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

In particolare l'impianto di illuminazione interna, prevede apparecchiature illuminanti LED in grado di assicurare di illuminamento medio pari a circa 200 lux.

All'esterno dei locali è prevista l'installazione di plafoniere LED in numero e tipologia tale da fornire un apporto ulteriore di illuminazione locale oltre quella garantita dai lampioni per l'intera area esterna.



DOLOMITI WIND FARM
ENERGY & INFRASTRUCTURE

Codice Progetto	Oggetto	Codice Elaborato
NEX W 018	IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 79,20 MW	A_15

APPENDICE

SCHEDE TECNICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI



Siemens Gamesa 5.X Reaching new heights



Siemens Gamesa technology with benchmark performance and proven reliability

Siemens Gamesa next-generation solutions conceived to deliver an outstanding value proposition for our customers

Imagine how the future becomes present to take wind energy to the next level

At Siemens Gamesa, we strive to anticipate opportunities in an increasingly discerning market. Our wind technology expertise, backed by more than 40 years of experience and almost 132 GW installed throughout the world, equips us with the right tools for imagining the future, making it present and taking wind energy to the next level.

We know what this means: technological leadership, solid track record, commitment to excellence, passion for what we do. And we deliver it now to our customers. This is how the new Siemens Gamesa 5.X onshore platform is born.

Siemens Gamesa 5.X is a new generation of turbines that takes Siemens Gamesa to new heights:

- Benchmark in performance cost-efficiency and reliability.
- Flexible power output and rotor size for the most competitive LCoE.
- Technology based on Siemens Gamesa know-how and expertise.
- Site adaptability to configure the optimal solution for each project.
- Versatility, a highly flexible design for logistics, construction and service.
- More than 5 GW sold across the world.



Proven technology

The new Siemens Gamesa 5.X onshore platform has its roots in Siemens Gamesa technology, synonymous with innovation, know-how and reliability accredited through experience. Siemens Gamesa 5.X incorporates proven technologies, minimizing risk and guaranteeing reliability for its products models. These include a doubly-fed generator and partial converter combination, a compact drive train design with a three-stage gearbox, and the use of components widely validated on the other Siemens Gamesa platforms. The result is a wind turbine design that gives optimum performance and LCoE.

Benchmark in power output and rotor size

Siemens Gamesa 5.X goes one step further to become the new generation platform that combines a flexible power rating from 5.6 MW to 7.0 MW with two rotors of 155 and 170 meters, resulting in maximum performance in high-, medium- and low-wind conditions.

SG 6.6-155, SG 6.6-170 and SG 7.0-170 turbines mean greater AEP per wind turbine and optimized CAPEX for the project. This is also due to their versatility, with a modular, flexible design for maximum ease of logistics, construction and O&M, as well as reducing the OPEX, which results in a lower Cost of Energy for projects.

Unique, tailored solutions

Siemens Gamesa 5.X considers profitability to be a key factor in generating value for our customers. Contributing factors to profitability include:

- Configuring flexible, personalized power modes fully tailored to the needs of each site.
- An extensive catalog of towers with multiple available technologies and the additional capability to create specific project designs.

- The use of advanced control strategies that enable intelligent load reduction and a greater applicability for the Siemens Gamesa 5.X platform in different wind conditions.
- A modular, optimized structure for local transport and construction conditions.
- A maintainability-oriented design with advanced diagnostics and remote operation solutions, as well as the possibility of replacing large turbine components without requiring a main crane.
- Optional product solutions to cover all types of market requirements.

Technical specifications

	SG 6.6-155	SG 6.6-170	SG 7.0-170
General details			
Rated power	6.6 MW		7.0 MW
IEC class	IIB (25 years lifetime) IIA (20 years lifetime) IA (25 years lifetime)	S/IIIB (25 years lifetime) IIIA (20 years lifetime)	IIA (25 years lifetime)
Flexible power rating	5.6 MW-6.6 MW	6.0 MW-6.6 MW	Up to 7.0 MW
Control	Pitch and variable speed		
Rotor			
Diameter	155 m	170 m	
Swept area	18,869 m ²	22,697 m ²	
Tower			
Height	90, 102.5, 107.5, 122.5, 165 and site-specific	100, 110.5, 115, 135, 145, 150, 155, 165, 185 and site-specific	115, 135, 155, 165, 185 m and site-specific
Technology			
Type	Geared		
First prototype			
Date	2021		TBD



Spain

P. Tecnológico de Bizkaia, edif. 222
48170 Zamudio, Vizcaya

Calle Ramírez de Arellano, 37
28043 Madrid

Avda. Ciudad de la Innovación, 9-11
31621 Sarriguren, Navarra

onshoresales@siemensgamesa.com

Australia

Level 3, Botanicca 3
570 Swan Street, Burnley
Melbourne, 3121

Finland

Tarvonsalmenkatu 19
FI-02600 Espoo

Italy

Centro Direzionale Argonauta
Via Ostiense 131/L
Corpo C1 9° piano
00154 Roma

Poland

Zupnicza street 11, 3rd Floor
03-821 Warsaw

Austria

Siemensstrasse 90
Vienna 1210

France

Immeuble le Colisée
Bâtiment A - 2 ème étage
10 avenue de l'Arche
92419 Courbevoie

Via Vipiteno 4
20128 Milan

Singapore

60 MacPherson Road
Singapore, 348615

Brazil

Avenida Rebouças, 3970 - 5º andar
Pinheiros 05.402-918, São Paulo

97 allée Alexandre Borodine
Cedre 3, 69800 Saint Priest

Japan

14F Tokyo Shiodome Building
1-9-1, Higashi Shimbashi
Minato-ku, Tokyo

South Africa

Siemens Park
300 Janadel Avenue
Halfway House
Midrand 1685

Canada

1577 North Service Road East
Oakville, Ontario L6H 0H6

Germany

Beim Strohhaus 17-31
20097 Hamburg

Mexico

Paseo de la Reforma 505
Torre Mayor, 37th Floor
Col. Cuauhtémoc
Del. Cuauhtémoc
06500 Mexico City

South Korea

Seoul Square 5th Floor 416
Hangang-daero
Jung-gu, Seoul 04637

Chile

Edificio Territoria El Bosque
Avenida Apoquindo 2827, Piso 19
Las Condes, Santiago de Chile

BCB business center in Kiel
Hopfenstr. 1 D
24114 Kiel

Morocco

Anfa Place Blvd. de la Corniche
Centre d'Affaires "Est", RDC
20200 Casablanca

Sweden

Evenemangsgatan 21
169 79 Solna

China

Siemens Center Beijing, 2nd Floor
No.7 South Wangjing Zhonghuan
Road, Chaoyang District
Beijing 100102

Mary-Sommerville-Straße 14
28359 Bremen

Greece

44 - 46 Riga Fereou Str.
& Messogion Ave
Neo Psychiko
Athens, 15451

Netherlands

Prinses Beatrixlaan 800
2595 BN Den Haag

Turkey

Esentepe mahallesi Kartal
Yakacik Yolu No 111
34870 Kartal
Istanbul

500, Da Lian Road
Yangpu District
200082 Shanghai

India

No. 489, GNT Road
Thandalkazhani Village
Vadagarai PO, Redhills
Chennai 600052

Norway

Nydalsveien 33
NO-0484 Oslo

United Kingdom

Solais House - First Floor West
19 Phoenix Crescent
Strathclyde Business Park
Bellshill, ML4 3NJ

Croatia

Heinzelova 70 A
10000 Zagreb

Indonesia

Menara Karya, 28th floor
JL. HR. Rasuna Said Blok X-5
Kav. 1-2, Jakarta

Pakistan

No 148/49, 1st F
Luxus Mall, Gulberg Green
Islamabad

United States

11950 Corporate Boulevard
Orlando, FL 32826

Egypt

90th North St - New Cairo
Section no. 1 - 5th Settlement
Building 47, Floor 1, Office 103
11835 New Cairo

Ireland

Innovation House, DCU Alpha
Old Finglas Road 11
Glasnevin, Dublin 11

Philippines

10th Floor
8767 Paseo de Roxas, Makati

Vietnam

14th Floor, Saigon Centre
65 Le Loi street
Ben Nghe ward District 1
Ho Chi Minh City

The present document, its content, its annexes and/or amendments has been drawn up by Siemens Gamesa Renewable Energy, S.A. for information purposes only and could be modified without prior notice. The information given only contains general descriptions and/or performance features which may not always specifically reflect those described, or which may undergo modification in the course of further development of the products. The requested performance features are binding only when they are expressly agreed upon in the concluded contract. All the content of the document is protected by intellectual and industrial property rights owned by Siemens Gamesa Renewable Energy, S.A. The addressee shall not reproduce any of the information, neither totally nor partially.

05/2023

Developer Package

SG 6.6-170

Document ID and revision	Status	Date (yyyy-mm-dd)	Language
D2830475/006	Approved	2021-11-01	en-US

Original or translation of
Original

File name
D2830475_006-SGRE ON SG 6.6-170 Developer Package.docx/.pdf

Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 222, 48170, Zamudio, Vizcaya, Spain
+34 944 03 73 52 – info@siemensgamesa.com – www.siemensgamesa.com

Disclaimer of liability and conditions of use To the extent permitted by law, neither Siemens Gamesa Renewable Energy A/S nor any of its affiliates in the Siemens Gamesa group including Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. and its subsidiaries (hereinafter “SGRE”) gives any warranty of any type, either express or implied, with respect to the use of this document or parts thereof other than the use of the document for its indented purpose. In no event will SGRE be liable for damages, including any general, special, incidental or consequential damages, arising out of the use of the document, the inability to use the document, the use of data embodied in, or obtained from, the document or the use of any documentation or other material accompanying the document except where the documents or other material accompanying the documents becomes part of an agreement between you and SGRE in which case the liability of SGRE will be regulated by the said agreement. SGRE reviews this document at regular intervals and includes appropriate amendments in subsequent issues. The intellectual property rights of this document are and remain the property of SGRE. SGRE reserves the right to update this documentation from time to time, or to change it without prior notice.

Application of the Developer Package

The Developer Package serves the purpose of informing customers about the latest planned product development from Siemens Gamesa Renewable Energy A/S and its affiliates in the Siemens Gamesa group including Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. and its subsidiaries (hereinafter “SGRE”). By sharing information about coming developments, SGRE can ensure that customers are provided with necessary information to make decisions.

Furthermore, the Developer Package can assist in guiding prospective customers with the indicated technical footprint of the SG 6.6-170 and the different product variants in cases where financial institutes, governing bodies, or permitting entities require product specific information in their decision processes.

All technical data contained in the Developer Package is subject to change owing to ongoing technical developments of the wind turbine. Consequently, SGRE and its affiliates reserve the right to change the below specifications without prior notice. Information contained within the Developer Package may not be treated separately or out of the context of the Developer Package.

Table of contents

Application of the Developer Package.....	2
1. Introduction	4
2. Technical Description	5
3. Technical Specification	7
4. Nacelle Arrangement	8
5. Nacelle Dimensions	9
6. Elevation Drawing	10
7. Blade Drawing	13
8. Tower Dimensions	14
9. Design Climatic Conditions	16
10. Power Derating Curves by Ambient Temperature.....	18
11. Flexible Rating Specification.....	25
12. Standard Ct and Power Curve, Rev. 0, Mode AM 0.....	27
13. Acoustic Emission.....	32
14. Electrical Specifications	34
15. Simplified Single Line Diagram	35
16. Transformer Specifications ECO 30 kV	35
17. Switchgear Specifications.....	36
18. Grid Performance Specifications – 50 Hz.....	38
19. Grid Performance Specifications – 60 Hz.....	42
20. Reactive Power Capability - 50 & 60 Hz.....	46
21. SCADA System Description	52
22. Codes and Standards	55
23. Ice Detection System and Operations with Ice	57

1. Introduction

The SG 6.6-170 is a new variant of the next generation Siemens Gamesa Onshore Geared product platform called Siemens Gamesa 5.X, which builds directly on the SG 6.2-170 variant.

With an updated 83.3 m blade, an upgraded gearbox and an extensive tower portfolio including hub heights ranging from 115 m to 155 m, the SG 6.6-170 aims at becoming a new benchmark in the market for efficiency and profitability.

This Developer Package describes the turbine technical specifications and provides information for the main components and subsystems.

For further information, please contact your regional SGRE Sales Manager.

2. Technical Description

Rotor-Nacelle

The rotor is a three-bladed construction, mounted upwind of the tower. The power output is controlled by pitch and torque demand regulation. The rotor speed is variable and is designed to maximize the power output while maintaining loads and noise level.

The nacelle has been designed for safe access to all service points during scheduled service. In addition, the nacelle has been designed for safe presence of service technicians in the nacelle during Service Test Runs with the wind turbine in full operation. This allows a high-quality service of the wind turbine and provides optimum troubleshooting conditions.

Blades

Siemens Gamesa 5.X blades are made up of fiberglass infusion & carbon pultruded-molded components. The blade structure uses aerodynamic shells containing embedded spar-caps, bonded to two main epoxy-fiberglass-balsa/foam-core shear webs. The Siemens Gamesa 5.X blades use a blade design based on SGRE proprietary airfoils.

Rotor Hub

The rotor hub is cast in nodular cast iron and is fitted to the drive train low speed shaft with a flange connection. The hub is sufficiently large to provide room for service technicians during maintenance of blade roots and pitch bearings from inside the structure.

Drive train

The drive train is a 4-points suspension concept: main shaft with two main bearings and the gearbox with two torque arms assembled to the main frame.

The gearbox is in cantilever position; the gearbox planet carrier is assembled to the main shaft by means of a flange bolted joint and supports the gearbox.

Main Shaft

The low speed main shaft is forged and transfers the torque of the rotor to the gearbox and the bending moments to the bedframe via the main bearings and main bearing housings.

Main Bearings

The low speed shaft of the wind turbine is supported by two tapered roller bearings. The bearings are grease lubricated.

Gearbox

The gearbox is 3 stages high speed type (2 planetary + 1 parallel).

Generator

The generator is a doubly-fed asynchronous three phase generator with a wound rotor, connected to a frequency PWM converter. Generator stator and rotor are both made of stacked magnetic laminations and formed windings. Generator is cooled by air.

Mechanical Brake

The mechanical brake is fitted to the non-drive end of the gearbox.

Yaw System

A cast bed frame connects the drive train to the tower. The yaw bearing is an externally geared ring with a friction bearing. A series of electric planetary gear motors drives the yawing.

Nacelle Cover

The weather screen and housing around the machinery in the nacelle is made of fiberglass-reinforced laminated panels.

Tower

The wind turbine is as standard mounted on a tapered tubular steel tower. Other tower technologies are available for higher hub heights. The tower has internal ascent and direct access to the yaw system and nacelle. It is equipped with platforms and internal electric lighting.

Controller

The wind turbine controller is a microprocessor-based industrial controller. The controller is complete with switchgear and protection devices and is self-diagnosing.

Converter

Connected directly with the Rotor, the Frequency Converter is a back to back 4Q conversion system with 2 VSC in a common DC-link. The Frequency Converter allows generator operation at variable speed and voltage, while supplying power at constant frequency and voltage to the MV transformer.

SCADA

The wind turbine provides connection to the SGRE SCADA system. This system offers remote control and a variety of status views and useful reports from a standard internet web browser. The status views present information including electrical and mechanical data, operation and fault status, meteorological data and grid station data.

Turbine Condition Monitoring

In addition to the SGRE SCADA system, the wind turbine can be equipped with the unique SGRE condition monitoring setup. This system monitors the vibration level of the main components and compares the actual vibration spectra with a set of established reference spectra. Review of results, detailed analysis and reprogramming can all be carried out using a standard web browser.

Operation Systems

The wind turbine operates automatically. It is self-starting when the aerodynamic torque reaches a certain value. Below rated wind speed, the wind turbine controller fixes the pitch and torque references for operating in the optimum aerodynamic point (maximum production) taking into account the generator capability. Once rated wind speed is surpassed, the pitch position demand is adjusted to keep a stable power production equal to the nominal value.

If high wind derated mode is enabled, the power production is limited once the wind speed exceeds a threshold value defined by design, until cut-out wind speed is reached and the wind turbine stops producing power.

If the average wind speed exceeds the maximum operational limit, the wind turbine is shut down by pitching of the blades. When the average wind speed drops back below the restart average wind speed, the systems reset automatically.

3. Technical Specification

Rotor	
Type	3-bladed, horizontal axis
Position	Upwind
Diameter	170 m
Swept area	22,698 m ²
Power regulation	Pitch & torque regulation with variable speed
Rotor tilt	8 degrees

Blade	
Type	Self-supporting
Blade length	83,5 m
Max chord	4.5 m
Aerodynamic profile	Siemens Gamesa proprietary airfoils
Material	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Surface gloss	Semi-gloss, < 30 / ISO2813
Surface color	Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Aerodynamic Brake	
Type	Full span pitching
Activation	Active, hydraulic

Load-Supporting Parts	
Hub	Nodular cast iron
Main shaft	Nodular cast iron
Nacelle bed frame	Nodular cast iron

Mechanical Brake	
Type	Hydraulic disc brake
Position	Gearbox rear end

Nacelle Cover	
Type	Totally enclosed
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO2813
Color	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Generator	
Type	Asynchronous, DFIG

Grid Terminals (LV)		
Baseline power	nominal	6.6MW
Voltage	690 V	
Frequency	50 Hz or 60 Hz	

Yaw System	
Type	Active
Yaw bearing	Externally geared
Yaw drive	Electric gear motors
Yaw brake	Active friction brake

Controller	
Type	Siemens Integrated Control System (SICS)
SCADA system	SGRE SCADA System

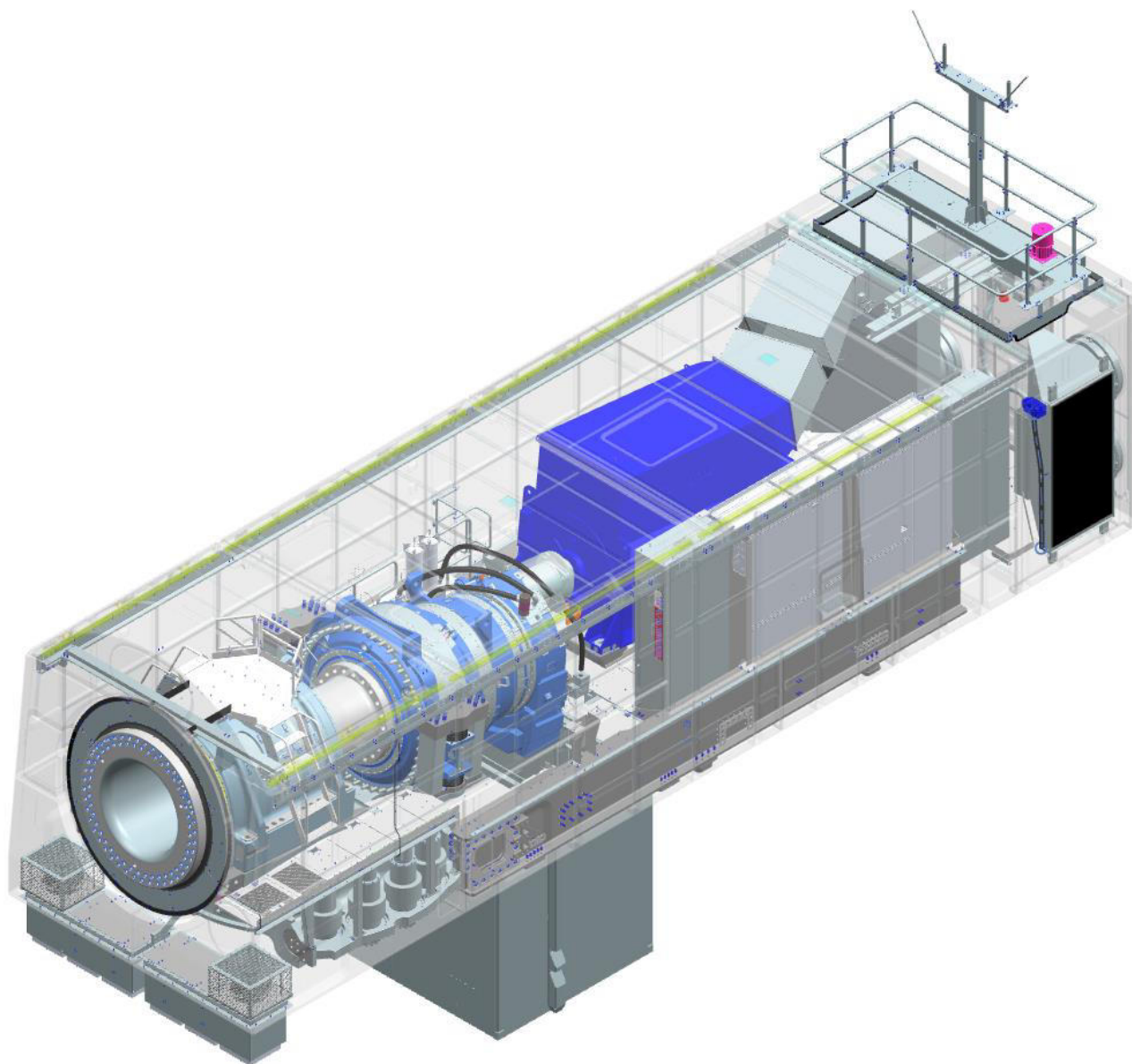
Tower	
Type	Tubular steel / Hybrid
Hub height	115m to 165 m and site-specific
Corrosion protection	
Surface gloss	Painted
Color	Semi-gloss, <30 / ISO-2813 Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Operational Data	
Cut-in wind speed	3 m/s
Rated wind speed	11.5 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Cut-out wind speed	25 m/s
Restart wind speed	22 m/s

Weight	
Modular approach	Different modules depending on restriction

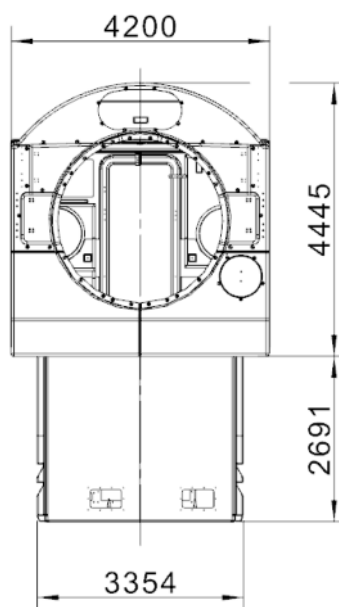
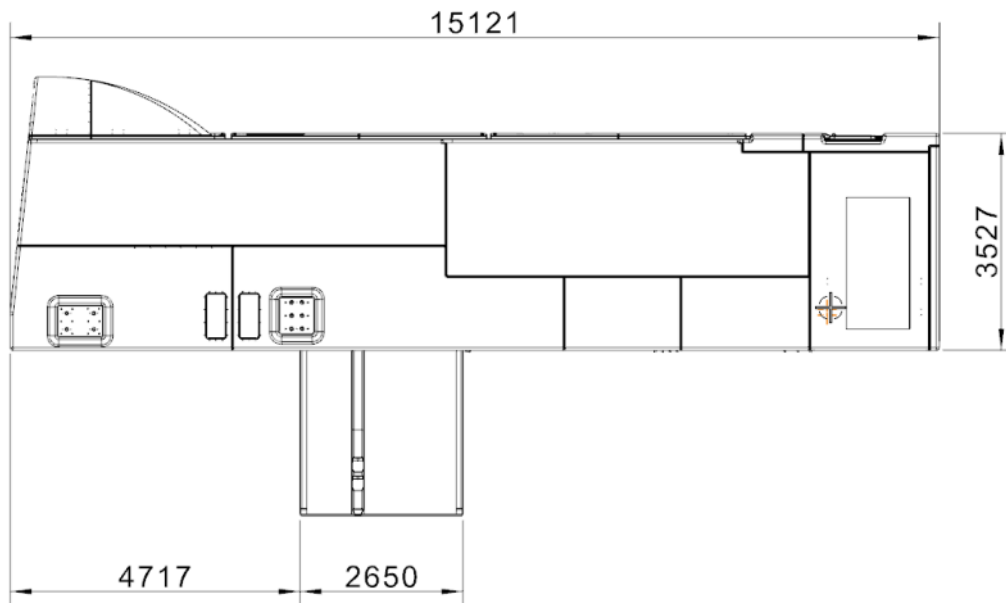
4. Nacelle Arrangement

The design and layout of the nacelle are preliminary and may be subject to changes during the development of the product.



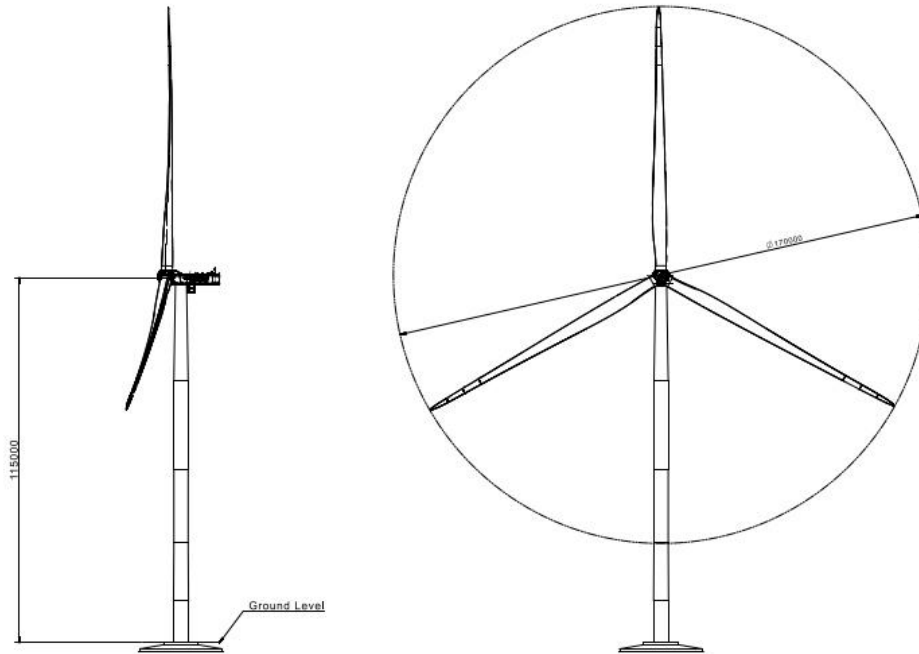
5. Nacelle Dimensions

The design and dimensions of the nacelle are preliminary and may be subject to changes during the development phases of the product.

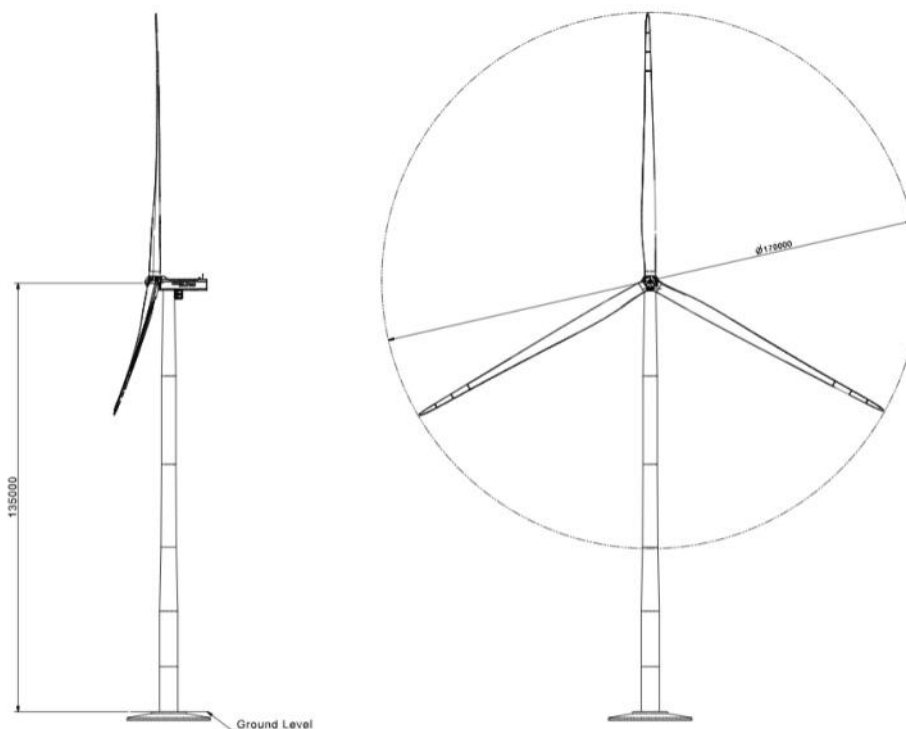


6. Elevation Drawing

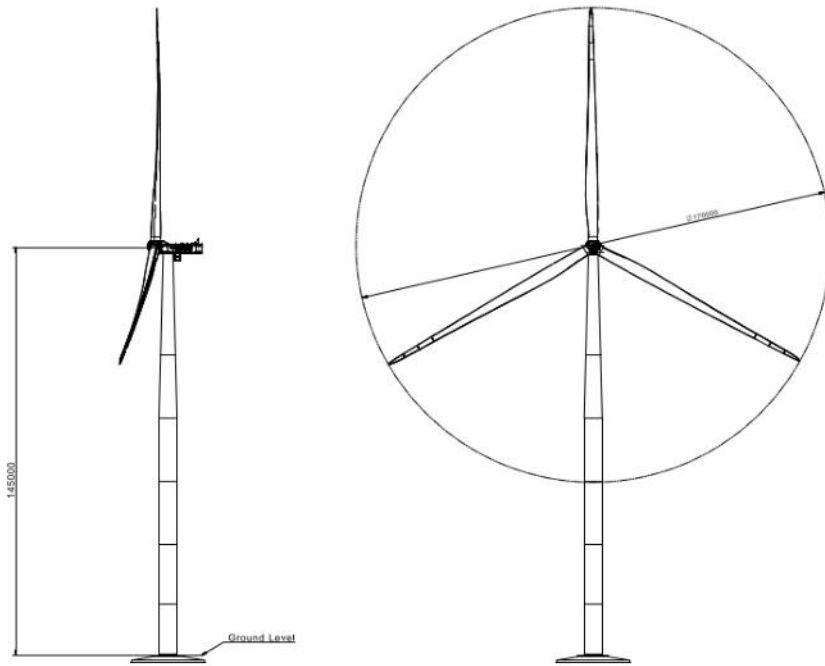
6.1. SG 6.6-170 115 m



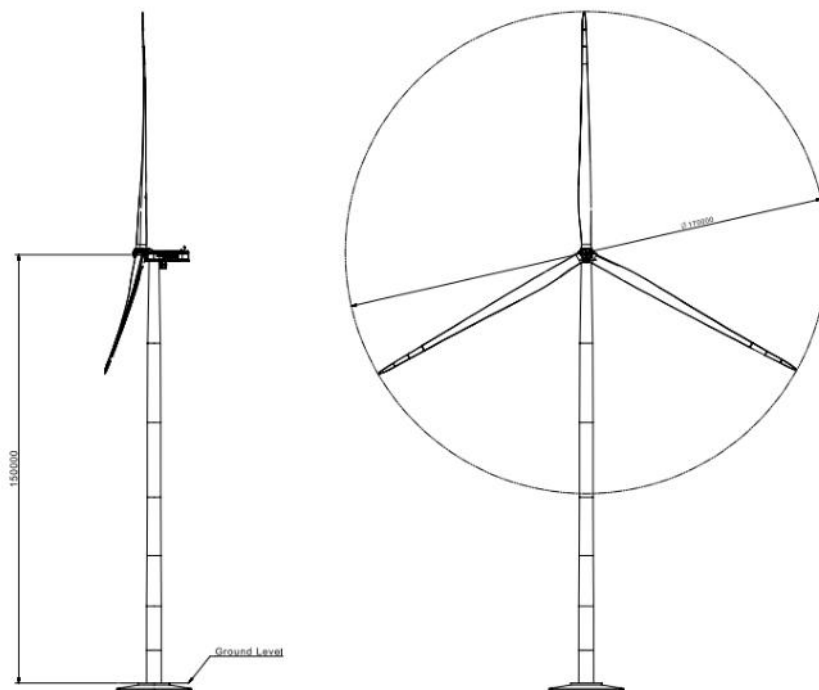
6.2. SG 6.6-170 135m



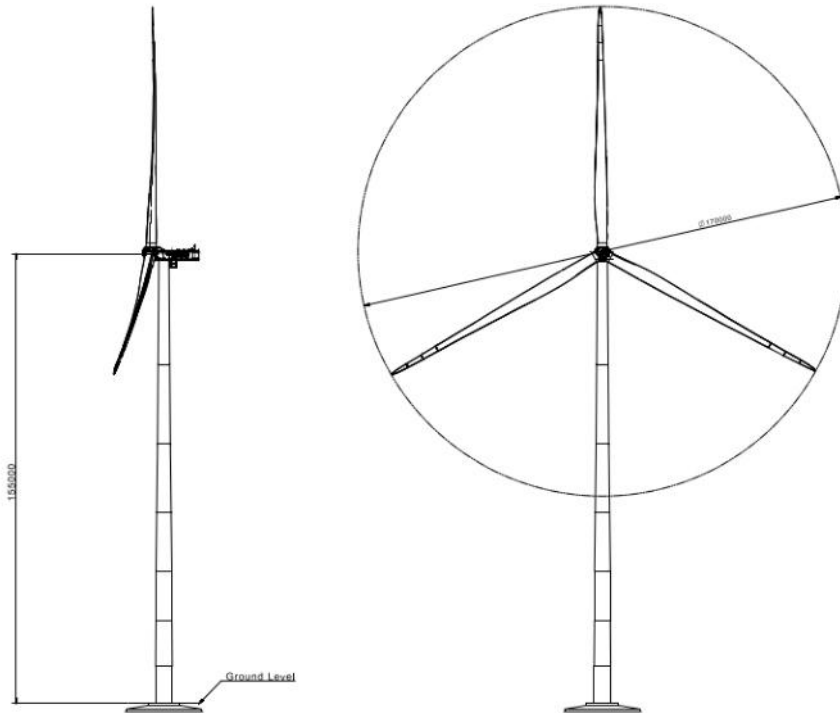
6.3. SG 6.6-170 145 m



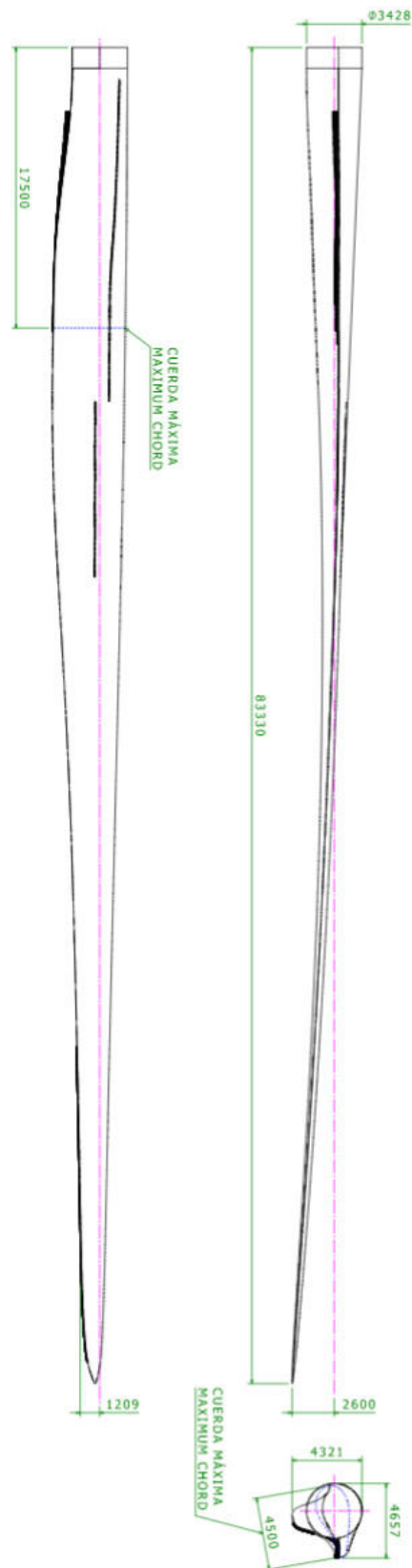
6.4. SG 6.6-170 150 m



6.5. SG 6.6-170 155m



7. Blade Drawing



Dimensions in millimeter

8. Tower Dimensions

SG 6.6-170 is offered with an extensive tower portfolio ranging from 115m-155m. All towers are designed in compliance with local logistics requirements. Information about other tower heights and logistic will be available upon request.

8.1. Tower hub height 115m. Tapered tubular steel tower

T115-56A	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5
External diameter upper flange (m)	4,700	4,485	4,490	4,490	3,503
External diameter lower flange (m)	4,700	4,700	4,485	4,490	4,490
Section's height (m)	13,274	18,200	22,960	28,000	29,970
Total weight (kg)	80089	78827	82122	74150	66283
Total Tower weight (kg)	381471				

8.2. Tower hub height 135m. Tapered tubular steel tower

T135-52A	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5	Section 6
External diameter upper flange (m)	5,683	5,680	4,832	4,524	4,518	3,503
External diameter lower flange (m)	6,000	5,683	5,680	4,832	4,524	4,518
Section's height (m)	14,160	17,360	20,160	26,040	27,720	26,974
Total weight (kg)	87.286	83.972	83.763	86.821	68.428	56.565
Total Tower weight (kg)	466.836					

8.3. Tower hub height 145m. Tapered tubular steel tower

T145-51A	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5	Section 6
External diameter upper flange (m)	6,390	6,390	6,390	6,200	4,895	3,503
External diameter lower flange (m)	6,400	6,390	6,390	6,390	6,200	4,895
Section's height (m)	17,924	21,280	22,400	22,400	22,400	36,000
Total weight (kg)	102614	102123	94231	82003	64794	84293
Total Tower weight (kg)	530058					

8.4. Tower hub height 150m. Tapered tubular steel tower

T150-50A	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5	Section 6	Section 7
External diameter upper flange (m)	5,200	5,200	4,934	4,730	4,724	4,518	3,503
External diameter lower flange (m)	5,200	5,200	5,200	4,934	4,730	4,724	4,518
Section's height (m)	11,486	15,400	17,640	20,440	26,040	27,720	28,688
Total weight (kg)	89875	87575	86506	86758	87129	68463	60905
Total Tower weight (kg)	567212						

8.5. Tower hub height 155m. Tapered tubular steel tower

T155-51A	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5	Section 6	Section 7
External diameter upper flange (m)	5,758	5,510	5,507	5,010	4,432	4,015	3,503
External diameter lower flange (m)	5,800	5,758	5,510	5,507	5,010	4,432	4,015
Section's height (m)	12,880	15,680	17,080	20,160	23,520	27,440	35,850
Total weight (kg)	90081	86929	85534	85621	85117	77921	74076
Total Tower weight (kg)	585279						

9. Design Climatic Conditions

The design climatic conditions are the boundary conditions at which the turbine can be applied without supplementary design review. The specification in this document applies to SG 6.6-170.

Applications of the wind turbine in more severe conditions may be possible, depending upon the overall circumstances.

All references made to standards such as the IEC and ISO are further specified in the document “Codes and Standards”. The design lifetime presented in the below table only applies to the fatigue load analysis performed in accordance with the presented IEC code. The term design lifetime and the use thereof do not constitute any express and/or implied warranty for actual lifetime and/or against failures on the wind turbines. Please see document for “design lifetime of wind turbine components” for more information.

Subject	ID	Issue	Unit	Value
0. Design lifetime	0.0	Design lifetime definition	-	IEC 61400-1 ¹
	0.1	Design lifetime	years	25
1. Wind, operation	1.1	Wind definitions	-	IEC 61400-1
	1.2	IEC class	-	S
	1.3	Mean air density, ρ	kg/m ³	1.25
	1.4	Mean wind speed, V_{ave}	m/s	7.38
	1.5	Weibull scale parameter, A	m/s	8.3
	1.6	Weibull shape parameter, k	-	2.64
	1.7	Wind shear exponent, α	-	0.36
	1.8	Reference turbulence intensity at 15 m/s, I_{ref}	-	0.16 ²
	1.9	Standard deviation of wind direction	Deg	-
	1.10	Maximum flow inclination	Deg	8
	1.11	Minimum turbine spacing, in rows	D	-
	1.12	Minimum turbine spacing, between rows	D	-
2. Wind, extreme	2.1	Wind definitions	-	IEC 61400-1
	2.2	Air density, ρ	kg/m ³	1.225
	2.3	Reference wind speed average over 10 min at hub height, V_{ref}	m/s	42.5 ³
	2.4	Maximum 3 s gust in hub height, V_{e50}	m/s	59.5
	2.5	Maximum hub height power law index, α	-	0.11
	2.6	Storm turbulence	-	N/A
3. Temperature	3.1	Temperature definitions	-	IEC 61400-1
	3.2	Minimum temperature at 2 m, stand-still, $T_{min, s}$	Deg.C	-30
	3.3	Minimum temperature at 2 m, operation, $T_{min, o}$	Deg.C	-20
	3.4	Maximum temperature at 2 m, operation, $T_{max, o}$	Deg.C	40 ⁴
	3.5	Maximum temperature at 2 m, stand-still, $T_{max, s}$	Deg.C	50
4. Corrosion	4.1	Atmospheric-corrosivity category definitions	-	ISO 12944-2
	4.2	Internal nacelle environment (corrosivity category)	-	C3H (std) ≥C3H (high C)
	4.3	Exterior environment (corrosivity category)	-	C3H (std) ≥C3H (high C)

¹ All mentioning of IEC 61400-1 refers to IEC 61400-1:2018 Ed4.

² NTM and ETM as per IEC A

³ EWM as per IEC 2

⁴ Maximum power output may be limited after an extended period of operation with a power output close to nominal power. The limitation depends on air temperature and air density as further described in the High Temperature Ride Through specification.

Subject	ID	Issue	Unit	Value
5. Lightning	5.1	Lightning definitions	-	IEC61400-24:2010
	5.2	Lightning protection level (LPL)	-	LPL 1
6. Dust	6.1	Dust definitions	-	IEC 60721-3-4:1995
	6.2	Working environmental conditions	mg/m ³	Average Dust Concentration (95% time) → 0.05 mg/m ³
	6.3	Concentration of particles	mg/m ³	Peak Dust Concentration (95% time) → 0.5 mg/M ³
7. Hail	7.1	Maximum hail diameter	mm	20
	7.2	Maximum hail falling speed	m/s	20
8. Ice	8.1	Ice definitions	-	-
	8.2	Ice conditions	Days/yr	7
9. Solar radiation	9.1	Solar radiation definitions	-	IEC 61400-1
	9.2	Solar radiation intensity	W/m ²	1000
10. Humidity	10.1	Humidity definition	-	IEC 61400-1
	10.2	Relative humidity	%	Up to 95
11. Obstacles	11.1	If the height of obstacles within 500m of any turbine location height exceeds 1/3 of (H – D/2) where H is the hub height and D is the rotor diameter then restrictions may apply. Please contact Siemens Gamesa Renewable Energy for information on the maximum allowable obstacle height with respect to the site and the turbine type.		
12. Precipitation⁵	12.1	Annual precipitation	mm/yr	1100

⁵ The specified maximum precipitation considers standard liquid Leading Edge Protection. For sites with higher annual precipitation and/or longer lifetime, it is recommended to consider optional reinforced Leading Edge Protection.

10. Power Derating Curves by Ambient Temperature

10.1. SG 6.6-170 AM0 STD

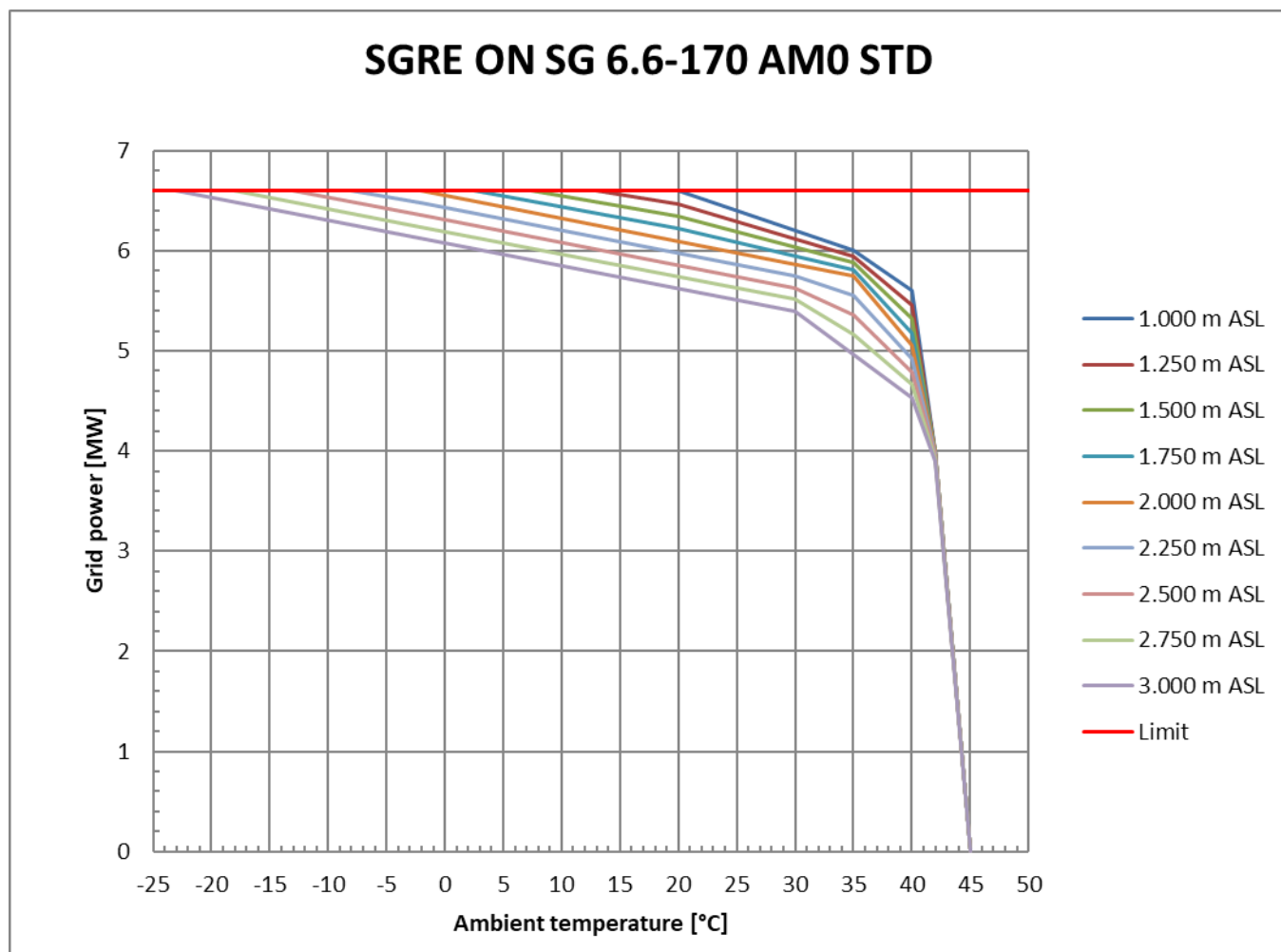


Figure 1: SG 6.6-170 AM0 STD power derating curves by ambient temperature and altitude

Table 1: SG 6.6-170 AM0 STD grid power as function of ambient temperature and altitude

SGRE ON SG 6.6-170 AM0 STD		6.60	MW	8.83	RPM			
Altitude		1,000 m ASL						
Temp.	°C	20	35	40	42	45		
Power	MW	6.6	6	5.6	4	0		
Load	-	1	0.91	0.85	0.61	0		
Altitude		1,250 m ASL						
Temp.	°C	13	20	35	40	42	45	
Power	MW	6.6	6.47	5.94	5.46	4	0	
Load	-	1	0.98	0.9	0.83	0.61	0	
Altitude		1,500 m ASL						
Temp.	°C	7.5	20	35	40	42	45	
Power	MW	6.6	6.35	5.88	5.32	4	0	
Load	-	1	0.96	0.89	0.81	0.61	0	
Altitude		1,750 m ASL						
Temp.	°C	2.5	20	35	40	42	45	
Power	MW	6.6	6.22	5.81	5.18	4	0	
Load	-	1	0.94	0.88	0.79	0.61	0	
Altitude		2,000 m ASL						
Temp.	°C	-2	35	40	42	45		
Power	MW	6.6	5.75	5.05	4	0		
Load	-	1	0.87	0.77	0.61	0		
Altitude		2,250 m ASL						
Temp.	°C	-8	-2	30	35	40	42	45
Power	MW	6.6	6.48	5.75	5.55	4.92	3.97	0
Load	-	1	0.98	0.87	0.84	0.74	0.6	0
Altitude		2,500 m ASL						
Temp.	°C	-13	-2	30	35	40	42	45
Power	MW	6.6	6.36	5.63	5.36	4.79	3.95	0
Load	-	1	0.96	0.85	0.81	0.73	0.6	0
Altitude		2,750 m ASL						
Temp.	°C	-18	-2	30	35	40	42	45
Power	MW	6.6	6.24	5.52	5.16	4.66	3.92	0
Load	-	1	0.95	0.84	0.78	0.71	0.59	0
Altitude		3,000 m ASL						
Temp.	°C	-23	30	40	42	45		
Power	MW	6.6	5.4	4.53	3.9	0		
Load	-	1	0.82	0.69	0.59	0		

Table 2: SG 6.6-170 AM0 STD ambient temperature as function of grid power and altitude

SGRE ON SG 6.6-170 AM0 STD		6.6 MW			8.83 RPM					
Altitude	m ASL	1,000	1,250	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000
Power	MW	Ambient temperature (°C)								
6.6	6.6	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-23
6.6	6.6	20	13	7.5	2.5	-2	-8	-13	-18	-23
6.5	6.5	22.5	18.5	12.5	7	2.5	-3	-8.5	-13.5	-18.5
6.4	6.4	25	22	17.5	11.5	6.5	1.5	-3.5	-9	-14
6.3	6.3	27.5	25	21.5	16.5	11	6	1	-4.5	-10
6.2	6.2	30	27.5	24.5	21	15.5	10.5	5	0	-5.5
6.1	6.1	32.5	30.5	28	24.5	20	14.5	9.5	4.5	-1
6.0	6.0	35	33.5	31	28	24	19	14	8.5	3.5
5.9	5.9	36.5	35.5	34	32	28.5	23.5	18.5	13	8
5.8	5.8	37.5	36.5	35.5	35	33	27.5	22.5	17.5	12.5
5.7	5.7	39	37.5	36.5	36	35.5	31	27	22	17
5.6	5.6	40	38.5	37.5	36.5	36	34	30.5	26.5	21
5.5	5.5		39.5	38.5	37.5	37	35.5	32.5	30	25.5
5.4	5.4		40	39.5	38.5	37.5	36	34.5	31.5	30
5.3	5.3			40	39	38	37	35.5	33	31
5.2	5.2	40.5			40	39	38	36.5	34.5	32.5
5.1	5.1					39.5	38.5	37.5	35.5	33.5
5.0	5.0		40.5			40	39.5	38	36.5	34.5
4.9	4.9			40.5		40.5	40	39	37.5	35.5
4.8	4.8	41			40.5			40	38.5	37
4.7	4.7		41						39.5	38
4.6	4.6			41			40.5		40	39
4.5	4.5				41	41		40.5	40.5	40
4.4	4.4	41.5					41			40.5
4.3	4.3		41.5	41.5				41		
4.2	4.2				41.5	41.5	41.5		41	41
4.1	4.1							41.5	41.5	
4.0	4.0	42	42	42	42	42				41.5
3.9	3.9						42	42	42	42
3.3	3.3	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5			
3.2	3.2							42.5	42.5	42.5
2.6	2.6	43	43	43	43	43	43	43	43	43
2.0	2.0	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5				
1.9	1.9						43.5	43.5	43.5	43.5
1.3	1.3	44	44	44	44	44	44	44	44	44
0.6	0.6	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5
0.0	0.0	45	45	45	45	45	45	45	45	45

10.2. SG 6.6-170 AM0 HT

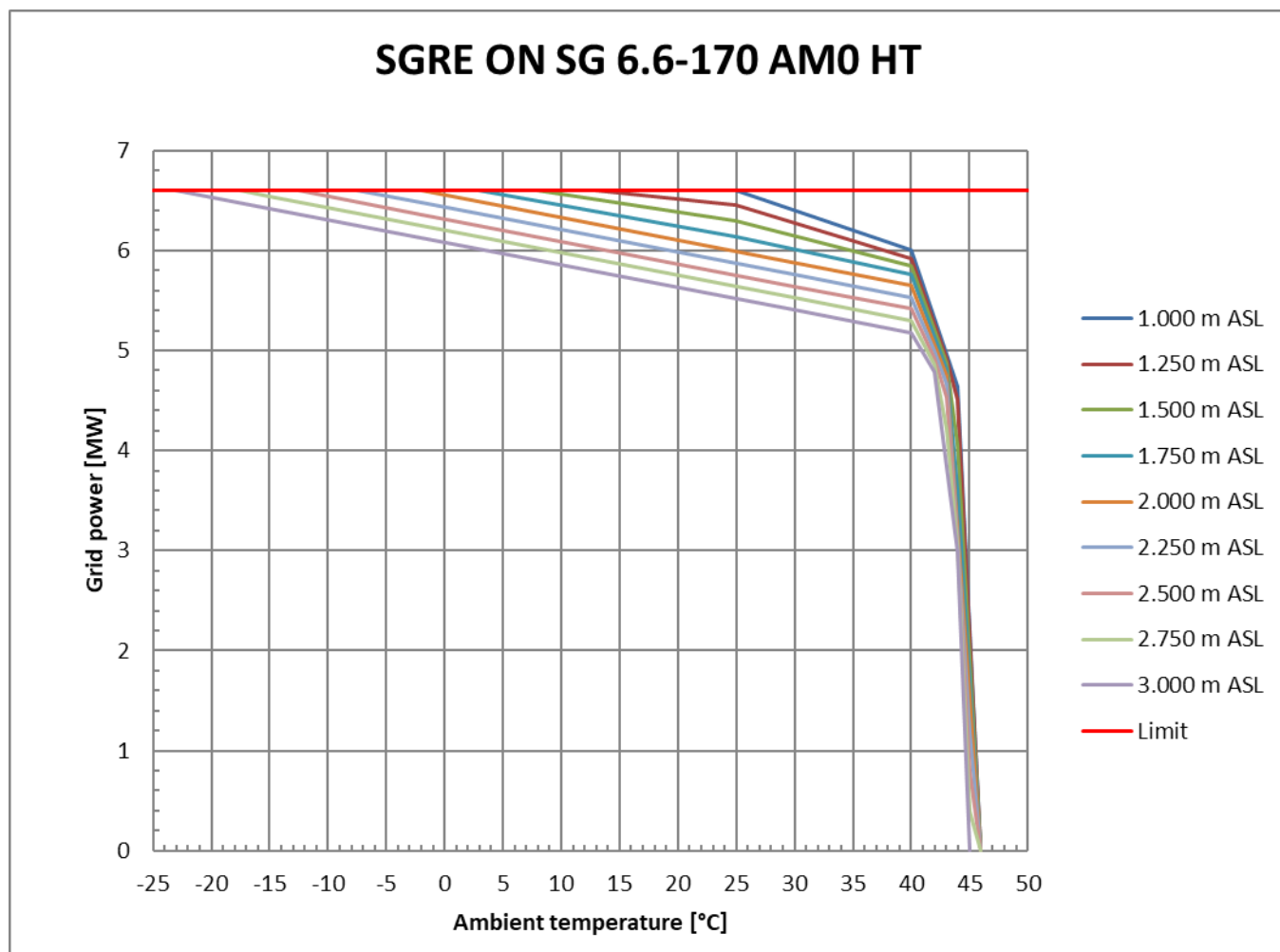


Figure 2: SG 6.6-170 AM0 HT power derating curves by ambient temperature and altitude

Table 3: SG 6.6-170 AM0 HT grid power as function of ambient temperature and altitude

SGRE ON SG 6.6-170 AM0 HT		6.60	MW	8.83	RPM						
Altitude		1,000 m ASL									
Temp.	°C	25	40	44	46						
Power	MW	6.6	6	4.64	0						
Load	-	1	0.91	0.7	0						
Altitude		1,250 m ASL									
Temp.	°C	13	25	40	43	44	46				
Power	MW	6.6	6.45	5.92	4.92	4.51	0				
Load	-	1	0.98	0.9	0.75	0.68	0				
Altitude		1,500 m ASL									
Temp.	°C	8	25	40	43	44	46				
Power	MW	6.6	6.29	5.84	4.87	4.06	0				
Load	-	1	0.95	0.89	0.74	0.61	0				
Altitude		1,750 m ASL									
Temp.	°C	3	25	40	43	44	46				
Power	MW	6.6	6.14	5.76	4.81	3.61	0				
Load	-	1	0.93	0.87	0.73	0.55	0				
Altitude		2,000 m ASL									
Temp.	°C	-2	40	43	46						
Power	MW	6.6	5.65	4.75	0						
Load	-	1	0.86	0.72	0						
Altitude		2,250 m ASL									
Temp.	°C	-7.5	-2	30	40	42	43	44	45	46	
Power	MW	6.6	6.48	5.76	5.53	4.99	4.66	3.12	1.19	0	
Load	-	1	0.98	0.87	0.84	0.76	0.71	0.47	0.18	0	
Altitude		2,500 m ASL									
Temp.	°C	-12.5	-2	30	40	42	43	44	45	46	
Power	MW	6.6	6.36	5.64	5.42	4.92	4.53	3.08	0.79	0	
Load	-	1	0.96	0.86	0.82	0.75	0.69	0.47	0.12	0	
Altitude		2,750 m ASL									
Temp.	°C	-17.5	-15	-2	30	40	42	43	44	45	46
Power	MW	6.6	6.54	6.25	5.53	5.3	4.86	4.21	3.04	0.39	0
Load	-	1	0.99	0.95	0.84	0.8	0.74	0.64	0.46	0.06	0
Altitude		3,000 m ASL									
Temp.	°C	-23	-15	30	40	42	44	45			
Power	MW	6.6	6.42	5.41	5.18	4.79	2.99	0			
Load	-	1	0.97	0.82	0.78	0.73	0.45	0			

Table 4: SG 6.6-170 AM0 HT ambient temperature as function of grid power and altitude

SGRE ON SG 6.6-170 AM0 HT		6.6 MW		8.83 RPM						
Altitude	m ASL	1,000	1,250	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000
Power	MW	Ambient temperature (°C)								
6.6	6.6	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-23
6.6	6.6	25	13	8	3	-2	-7.5	-12.5	-17.5	-23
6.5	6.5	27.5	21	13.5	7.5	2.5	-3	-8	-13.5	-18.5
6.4	6.4	30	26.5	19	12.5	7	1.5	-3.5	-9	-14
6.3	6.3	32.5	29	24.5	17.5	11.5	6	1	-4.5	-9.5
6.2	6.2	35	32	28	22	15.5	10.5	5.5	0	-5
6.1	6.1	37.5	35	31.5	26.5	20	15	9.5	4.5	-0.5
6.0	6.0	40	38	35	30.5	24.5	19.5	14	9	3.5
5.9	5.9	40.5	40	38	34.5	29	24	18.5	13.5	8
5.8	5.8		40.5	40	38.5	33.5	28	23	18	12.5
5.7	5.7			40.5	40	38	32.5	27.5	22.5	17
5.6	5.6	41			40.5	40	37	32	26.5	21.5
5.5	5.5		41	41	41	40.5	40	36.5	31	26
5.4	5.4	41.5	41.5			41	40.5	40	35.5	30.5
5.3	5.3	42		41.5			41	40.5	40	35
5.2	5.2		42		41.5	41.5		41	40.5	39
5.1	5.1	42.5		42	42		41.5	41.5	41	40.5
5.0	5.0		42.5	42.5		42			41.5	41
4.9	4.9	43	43		42.5	42.5	42	42	42	41.5
4.8	4.8	43.5		43	43		42.5			42
4.7	4.7		43.5			43		42.5		
4.6	4.6	44					43			
4.5	4.5		44					43	42.5	
4.4	4.4			43.5						
4.3	4.3									42.5
4.2	4.2				43.5				43	
4.0	4.0			44						
3.9	3.9					43.5				
3.8	3.8						43.5	43.5		43
3.6	3.6				44				43.5	
3.4	3.4	44.5								43.5
3.3	3.3		44.5							
3.1	3.1					44	44			
3.0	3.0			44.5				44	44	
2.9	2.9									44
2.7	2.7				44.5					
2.3	2.3	45				44.5				
2.2	2.2		45							
2.1	2.1						44.5			
2.0	2.0			45						
1.9	1.9							44.5		

SGRE ON SG 6.6-170 AM0 HT										
6.6 MW 8.83 RPM										
Altitude	m ASL	1,000	1,250	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500	2,750	3,000
Power	MW	Ambient temperature (°C)								
1.8					45					
1.7									44.5	
1.5						45				
1.4										44.5
1.1		45.5	45.5				45			
1.0				45.5						
0.9					45.5					
0.7						45.5		45		
0.5							45.5			
0.3								45.5	45	
0.1									45.5	
0.0		46	46	46	46	46	46	46	46	45

11. Flexible Rating Specification

The SG 6.6-170 is offered with various operational modes that are achieved through the flexible operating capacity of the product, enabling the configuration of an optimal power rating that is best suited for each wind farm. The operating modes are broadly divided into two categories: Application Modes and Noise Reduction System Modes⁶.

11.1. Application Modes

Application Modes ensure optimal turbine performance with maximum power rating allowed by the structural and electrical systems of the turbine. There are multiple Application Modes, offering flexibility of different power ratings. All Application Modes are part of the turbine Certificate.

SG 6.6-170 can offer increased operation flexibility with modes based on AM 0 with reduced power rating. These modes are created with same noise performance of the corresponding Application Mode 0 but with decreased rating and improved temperature de-rating than the corresponding Application Mode 0. In addition, the turbine's electrical performance is constant for the full set of application modes, as shown on the table below.

The SG 6.6-170 is designed with a base wind class, applicable to AM 0, of IEC S for 25 year lifetime. All other Application Modes may be analyzed for more demanding site conditions.

11.2. Full list of Application Modes

Rotor Configuration	Application mode	Rating [MW]	Noise [dB(A)]	Power Curve Document	Acoustic Emission Document	Electrical Performance			Max temperature With Max active power and electrical capabilities ⁷
						Cos Phi	Voltage Range	Frequency range	
SG 6.6-170	AM 0	6.6	106.0	D2849164	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	20°C
SG 6.6-170	AM-1	6.5	106.0	D2861213	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	23°C
SG 6.6-170	AM-2	6.4	106.0	D2863704	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	25°C
SG 6.6-170	AM-3	6.3	106.0	D2863706	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	28°C
SG 6.6-170	AM-4	6.2	106.0	D2863708	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	30°C
SG 6.6-170	AM-5	6.1	106.0	D2863710	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	33°C
SG 6.6-170	AM-6	6.0	106.0	D2863712	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	35°C

⁶ It should be noted that the definition of various modes as described in this chapter is applicable in combination with standard temperature limits and grid capabilities of the turbine.

11.3. Noise Reduction System (NRS) Modes ®

The Noise Reduction System is an optional module available with the basic SCADA configuration and it therefore requires the presence of a SGRE SCADA system to work. NRS ® Modes are noise curtailed modes enabled by the Noise Reduction System ®. The purpose of this system is to limit the noise emitted by any of the functioning turbines and thereby comply with local regulations regarding noise emissions.

Noise control is achieved through the reduction of active power and rotational speed of the wind turbine. This reduction is dependent on the wind speed. The Noise Reduction System ® controls the noise settings of each turbine to the most appropriate level at all times, in order to keep the noise emissions within the limits allowed. Sound Power Levels correspond to the wind turbine configuration equipped with noise reduction add-ons attached to the blade.

The activation of NRS ® modes depend on the tower type selection. This information can be provided upon request.

Rotor Configuration	NRS Mode	Rating [MW]	Noise [dB(A)]	Power Curve Document	Acoustic Emission Document	Max temperature With Max active power and electrical capabilities ⁸
SG 6.6-170	N1	6.40	105.5	D2863684	D2844535	20°C
SG 6.6-170	N2	6.10	104.5	D2863686	D2844535	20°C
SG 6.6-170	N3	5.24	103.0	D2863688	D2844535	30°C
SG 6.6-170	N4	5.12	102.0	D2863690	D2844535	30°C
SG 6.6-170	N5	4.87	101.0	D2863692	D2844535	30°C
SG 6.6-170	N6	4.52	100.0	D2863697	D2844535	30°C
SG 6.6-170	N7	3.60	99.0	D2863699	D2844535	30°C

11.4. Control Strategy

The Application Modes are implemented and controlled in the Wind Turbine Controller. The NRS ® modes are also handled in the SCADA, however it shall also be possible to deploy custom NRS ® modes from the SCADA to the Wind Turbine Controller.

12. Standard Ct and Power Curve, Rev. 0, Mode AM 0

12.1. Standard Power Curve, Application Mode - AM 0

Air density= 1.225 kg/m³

Validity range:

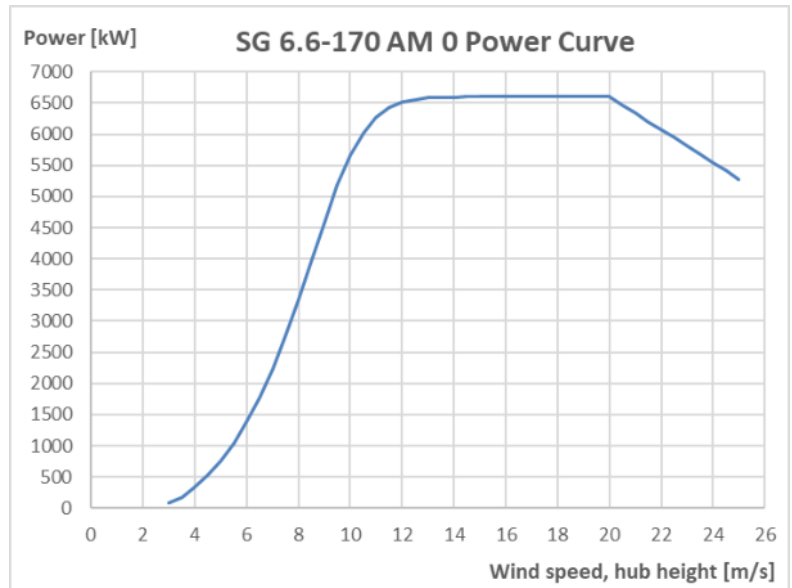
Wind Shear (10min average)	≤ 0.3
Turbulence intensity TI [%] for bin i	$5\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i} < TI_i < 12\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i}$
Terrain	Not complex according to IEC 61400-12-1
Upflow β [°]	$-2^\circ \leq \beta \leq +2^\circ$
Grid frequency [Hz]	± 0.5 Hz

Other considerations: Clean rotor blades, substantially horizontal, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

Next table shows the electrical power as a function of wind speed in hub height, averaged in ten minutes, for air density = 1.225 kg/m³. The power curve does not include losses in the transformer and high voltage cables.

For a detailed description of Application Mode – AM 0, please refer to latest version of Flexible Rating Specification (D2834432).

SG 6.6-170 Rev. 0, AM 0	
Wind Speed [m/s]	Power [kW]
3.0	89
3.5	178
4.0	328
4.5	522
5.0	758
5.5	1040
6.0	1376
6.5	1771
7.0	2230
7.5	2757
8.0	3346
8.5	3974
9.0	4600
9.5	5176
10.0	5660
10.5	6024
11.0	6271
11.5	6424
12.0	6510
12.5	6556
13.0	6579
13.5	6590
14.0	6596
14.5	6598
15.0	6599
15.5	6600
16.0	6600
16.5	6600
17.0	6600
17.5	6600
18.0	6600
18.5	6600
19.0	6600
19.5	6600
20.0	6600
20.5	6468
21.0	6336
21.5	6204
22.0	6072
22.5	5940
23.0	5808
23.5	5676
24.0	5544
24.5	5412
25.0	5280



The annual energy production data for different annual mean wind speeds in hub height are calculated from the above power curve assuming a Weibull wind speed distribution, 100 percent availability, and no reductions due to array losses, grid losses, or other external factors affecting the production.

AEP [MWh]		Annual Average Wind Speed [m/s] at Hub Height										
		5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
Weibull K	1.5	12851	15328	17704	19934	21989	23852	25514	26972	28233	29302	30193
	2.0	11605	14534	17472	20334	23061	25614	27970	30114	32035	33730	35195
	2.5	10392	13504	16768	20051	23247	26281	29107	31704	34061	36180	38062

Annual Production [MWh] SG 6.6-170 Rev 0, AM 0 wind turbine for the standard version, as a function of the annual mean wind speed at hub height, and for different Weibull parameters. Air density 1.225 kg/m³

12.2. Standard Ct Curve, Application Mode - AM 0

Air density= 1.225 kg/m³

Validity range:

Wind Shear (10min average)	≤ 0.3
Turbulence intensity TI [%] for bin i	$5\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i} < TI_i < 12\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i}$
Terrain	Not complex according to IEC 61400-12-1
Upflow β [°]	-2° ≤ β ≤ +2°
Grid frequency [Hz]	± 0.5 Hz

Other considerations: Clean rotor blades, substantially horizontal, undisturbed air flow, turbine operated within nominal limits according to the Electrical Specification.

The thrust coefficient Ct is used for the calculation of the wind speed deficit in the wake of a wind turbine.

Ct is defined by the following expression:

$$C_t = F / (0.5 * \rho * w^2 * A)$$

where

F = Rotor force [N]

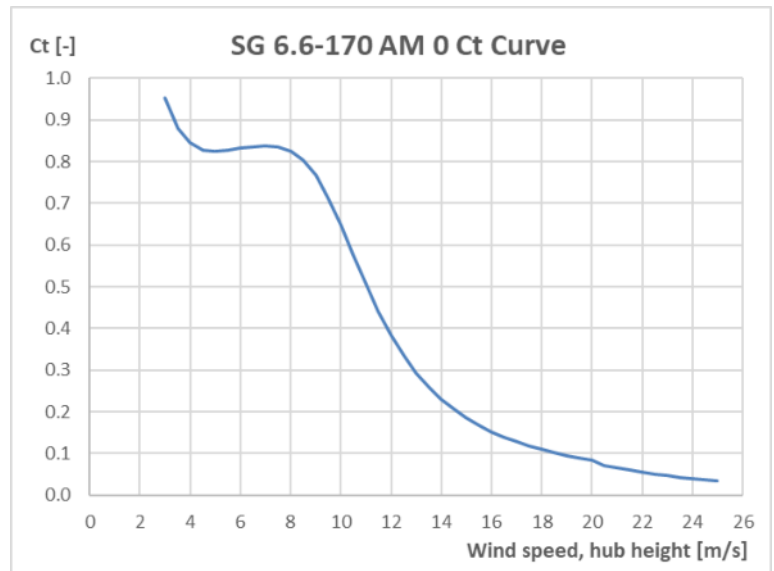
ρ = Air density [kg/m³]

w = Wind speed [m/s]

A = Swept area of rotor [m²]

For a detailed description of Application Mode - AM 0, please refer to latest version of Flexible Rating Specification (D2834432).

SG 6.6-170 Rev. 0, AM 0	
Wind Speed [m/s]	Ct [-]
3.0	0.953
3.5	0.880
4.0	0.847
4.5	0.828
5.0	0.824
5.5	0.828
6.0	0.833
6.5	0.836
7.0	0.837
7.5	0.835
8.0	0.825
8.5	0.804
9.0	0.766
9.5	0.713
10.0	0.648
10.5	0.576
11.0	0.506
11.5	0.440
12.0	0.383
12.5	0.335
13.0	0.294
13.5	0.260
14.0	0.231
14.5	0.206
15.0	0.186
15.5	0.168
16.0	0.152
16.5	0.139
17.0	0.128
17.5	0.118
18.0	0.109
18.5	0.102
19.0	0.095
19.5	0.090
20.0	0.084
20.5	0.071
21.0	0.065
21.5	0.060
22.0	0.055
22.5	0.051
23.0	0.047
23.5	0.043
24.0	0.040
24.5	0.037
25.0	0.034



13. Acoustic Emission

Typical Sound Power Levels

The sound power levels are presented with reference to the code IEC 61400-11 ed. 3.0 (2012). The sound power levels (L_{WA}) presented are valid for the corresponding wind speeds referenced to the hub height.

Wind speed [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Up to cut-out
AM 0	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-1	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-2	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-3	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-4	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-5	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
AM-6	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0
N1	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	105.5	105.5	105.5	105.5	105.5
N2	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5	104.5
N3	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0
N4	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0
N5	92.0	92.0	94.5	98.4	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
N6	92.0	92.0	94.5	98.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
N7	92.0	92.0	94.5	98.4	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0

Table 1: Acoustic emission, L_{WA} [dB(A) re 1 pW] (10 Hz to 10 kHz)

Low Noise Operations (NRS ®)

The lower sound power level is also available and can be achieved by adjusting the turbines controller settings, i.e. an optimization of rpm and pitch. The noise settings are not static and can be applied to optimize the operational output of the turbine. Noise settings can be tailored to time of day as well as wind direction to offer the most suitable solution for a specific location. This functionality is controlled via the WebWPS SCADA system and is described further in the white paper on Noise Reduction Operations. Furthermore, tailored power curves can be provided which take wind speed into consideration allowing for management of the turbine output power and noise emission level to comply with site specific noise requirements. Tailored power curves are project and turbine specific and will therefore require Siemens Gamesa Siting involvement to provide the optimal solutions. The lower sound power levels may not be applicable to all tower variants. Please contact Siemens Gamesa for further information.

1/1 oct.band, center freq.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AM 0	86.5	93.4	96.1	97.9	101.8	99.9	93.3	83.0
AM-1	86.5	93.4	96.1	97.9	101.8	99.9	93.3	83.0
AM-2	86.5	93.4	96.1	97.9	101.8	99.9	93.3	83.0
AM-3	86.5	93.4	96.1	97.9	101.8	99.9	93.3	83.0
AM-4	86.5	93.4	96.1	97.9	101.8	99.9	93.3	83.0
AM-5	86.5	93.4	96.1	97.9	101.8	99.9	93.3	83.0
AM-6	86.5	93.4	96.1	97.9	101.8	99.9	93.3	83.0
N1	86.2	93.0	95.6	97.4	101.3	99.4	92.8	82.5
N2	85.7	92.0	94.6	96.4	100.3	98.4	91.8	81.5
N3	84.9	90.7	93.0	94.8	98.7	96.8	90.2	79.9
N4	84.4	89.7	92.0	93.8	97.7	95.8	89.2	78.9
N5	83.8	88.7	91.0	92.8	96.7	94.8	88.2	77.9
N6	83.3	87.8	90.0	91.8	95.7	93.8	87.2	76.9
N7	82.7	86.8	89.0	90.8	94.7	92.8	86.2	75.9

Table 2: Typical 1/1 octave band spectrum for 63 Hz to 8 kHz at rated power level at 12 m/s

14. Electrical Specifications

Nominal output and grid conditions

Nominal power	6600 kW
Nominal voltage.....	690 V
Power factor correction.....	Frequency converter control
Power factor range	0.9 capacitive to 0.9 inductive at nominal balanced voltage

Generator

Type.....	DFIG Asynchronous
Maximum power	6750 kW @20°C ext. ambient

Nominal speed.....	1120 rpm-6p (50Hz) 1344 rpm-6p (60Hz)
--------------------	--

Generator Protection

Insulation class	Stator H/H Rotor H/H
Winding temperatures.....	6 Pt 100 sensors
Bearing temperatures	3 Pt 100
Slip Rings	1 Pt 100
Grounding brush.....	On side no coupling

Generator Cooling

Cooling system	Air cooling
Internal ventilation	Air
Control parameter.....	Winding, Air, Bearings temperatures

Frequency Converter

Operation.....	4Q B2B Partial Load
Switching	PWM
Switching freq., grid side...	2.5 kHz
Cooling	Liquid/Air

Main Circuit Protection

Short circuit protection	Circuit breaker
Surge arrester.....	varistors

Peak Power Levels

10 min average.....	Limited to nominal
---------------------	--------------------

Grid Capabilities Specification

Nominal grid frequency	50 or 60 Hz
Minimum voltage.....	85 % of nominal
Maximum voltage.....	113 % of nominal
Minimum frequency.....	92 % of nominal
Maximum frequency.....	108 % of nominal
Maximum voltage imbalance (negative sequence of component voltage).....	≤5 %
Max short circuit level at controller's grid	
Terminals (690 V).....	82 kA

Power Consumption from Grid (approximately)

At stand-by, No yawing	10 kW
At stand-by, yawing.....	50 kW

Controller back-up

UPS Controller system.....	Online UPS, Li battery
Back-up time	1 min
Back-up time Scada.....	Depend on configuration

Transformer Specification

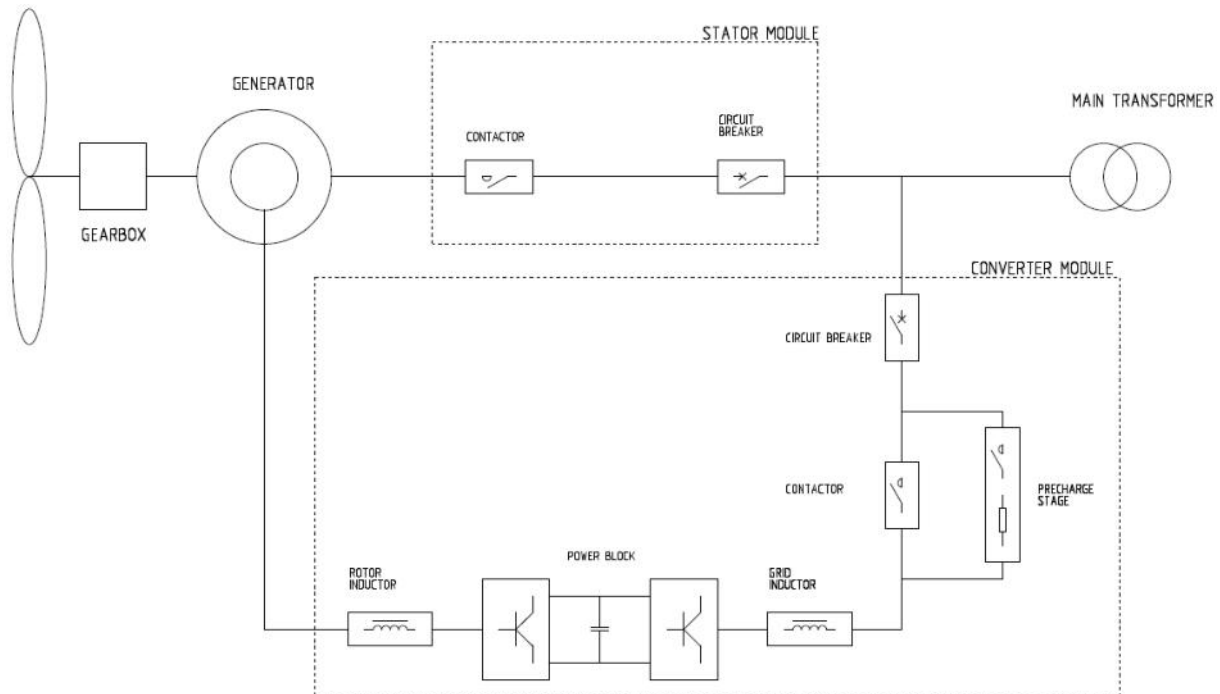
Transformer impedance requirement.....	8.5 % - 10.5%
Secondary voltage	690 V
Vector group	Dyn 11 or Dyn 1 (star point earthed)

Earthing Specification

Earthing system	Acc. to IEC62305-3 ED 1.0:2010
Foundation reinforcement ..	Must be connected to earth electrodes
Foundation terminals.....	Acc. to SGRE Standard

HV connection.....	HV cable shield shall be connected to earthing system
--------------------	---

15. Simplified Single Line Diagram



16. Transformer Specifications ECO 30 kV

Transformer

Type	Liquid filled
Max Current.....	7.11 kA + harmonics at nominal voltage $\pm 10\%$
Nominal voltage	30/0.69 kV
Frequency	50 Hz
Impedance voltage	9.5% $\pm 8.3\%$ at ref. 6.5 MVA
Tap Changer.....	$\pm 2 \times 2.5\%$ (optional)
Loss ($P_0 / P_{k75^\circ C}$)	4.77/84.24 kW
Vector group	Dyn11
Standard.....	IEC 60076 ECO Design Directive

Transformer Cooling

Cooling type.....	KFWF
Liquid inside transformer	K-class liquid
Cooling liquid at heat exchanger	Glystantin

Transformer Monitoring

Top oil temperature.....	PT100 sensor
Oil level monitoring sensor...	Digital input
Overpressure relay.....	Digital input

Transformer Earthing

Star point	The star point of the transformer is connected to earth
------------------	---

17. Switchgear Specifications

The switchgear will be chosen as factory-assembled, type-tested, and maintenance-free high-voltage switchgear with single-busbar system. The device will be metal-enclosed, metal-clad, gas-isolated, and conforms to the stipulations of IEC 62271-200.

The switchgear vessel of the gas-insulated switchgear is classified according to IEC as a “sealed pressure system”. It is gas-tight for life. The switchgear vessel accommodates the busbar system and switching device (such as vacuum circuit breaker, three-position switch disconnecting and earthing).

The vessel is filled with sulphur hexafluoride (SF₆) at the factory. This gas is non-toxic, chemically inert, and features a high dielectric strength. Gas work on site is not required, and even in operation it is not necessary to check the gas condition or refill, the vessel is designed for being gas tight for life. To monitor the gas density, every switchgear vessel is equipped with a ready-for-service indicator at the operating front. This is a mechanical red/green indicator, self-monitoring and independent of temperature and variations of the ambient air pressure.

MV cables connected to the grid cable- and circuit-breaker feeders are connected via cast-resin bushings leading into the switchgear vessel. The bushings are designed as outside-cone system type “C” M16 bolted 630 A connections according to EN 50181. The compartment is accessible from the front. A mechanical interlock ensures that the cable compartment cover can only be removed when the three-position switch is in the earthed position.

The circuit-breaker operates based on vacuum switching technology. The vacuum interrupter unit is installed in the switchgear vessel together with the three-position switch and is thus protected from environmental influences. The operating mechanism of the circuit-breaker is located outside the vessel. Both, the interrupters and the operating mechanisms, are maintenance-free.

Padlock facilities are provided to lock the switchgear from operation in disconnecter open and close position, earth switch open and close position, and circuit breaker open position, to prevent improper operation of the equipment.

Capacitive Voltage detection systems are installed both in the grid cable and the circuit breaker feeders. Pluggable indicators can be plugged at the switchgear front to show the voltage status.

The switchgear is equipped with an over-current protection relay with the functions over current, short circuit and earth fault protection. The relay ensures that the transformer is disconnected if a fault occurs in the transformer or the high voltage installation in the wind turbine. The relay is adjustable to obtain selectivity between low voltage main breaker and the circuit breaker in the substation.

The protective system shall cause the circuit breaker opening with a dual powered relay (self-power supply + external auxiliary power supply possibility). It imports its power supply from current transformers, that are already mounted on the bushings inside the circuit breaker panel and is therefore ideal for wind turbine applications.

Trip signals from the transformer auxiliary protection and wind turbine controller can also disconnect the switchgear.

The switchgear consists of two or more feeders*; one circuit breaker feeder for the wind turbine transformer also with earthing switch and one or more grid cable feeders** with load break switch and earthing switch.

The switchgear can be operated local at the front or by use of portable remote control (circuit breaker only) connected to a control box at the wind turbine entrance level.

* Up to four feeders.

** SGRE to be contacted for possible feeder configurations of circuit breaker and grid feeder combinations.

The switchgear is located in the bottom of the tower. The main transformer, LV switchgear and converters are located on the nacelle level above the tower.

Grid cables, from substation and/or between the turbines, must be installed at the bushings in the grid cable feeder cubicles of the switchgear. These bushings are the interface/grid connection point of the turbine. It is possible to connect grid cables in parallel by installing the cables on top of each other. The space in the MV cable compartments of the switchgear allows the installation of two connectors per phase or one connector + surge arrester per phase.

The transformer cables are installed at the bottom of the circuit breaker feeder. The cable compartment is accessible from the front. A mechanical interlock ensures that the cable compartment cover can only be removed when the three-position switch is in the earthed position.

Optionally, the switchgear can be delivered with surge arresters installed in between the switchgear and wind turbine transformer on the outgoing bushings of the circuit breaker feeder.

17.1. Technical Data for Switchgear

Switchgear

Make	Ormazabal or Siemens
Type	8DJH, 8DJH 36/cgmcocosmos cgm.3
Rated voltage	20-40,5(Um) kV
Operating voltage	20-40,5(Um) kV
Rated current	630 A
Short time withstand current	20 kA/1s
Peak withstand current	50 kA
Power frequency withstand voltage	70 kV
Lightning withstand voltage	170 kV
Insulating medium	SF ₆
Switching medium	Vacuum
Consist of	2/3/4 panels
Grid cable feeder	Cable riser or line cubicle
Circuit breaker feeder	Circuit breaker
Degree of protection, vessel	IP65
Internal arc classification IAC:	A FL 20 kA 1s
Pressure relief	Downwards
Standard	IEC 62271
Temperature range	-25°C to +45°C

Grid cable feeder (line cubicle)

Rated current, Cubicle	630 A
Rated current, load breaker	630 A
Short time withstand current	20 kA/1s
Short circuit making current	50 kA/1s
Three position switch	Closed, open, earthed
Switch mechanism	Spring operated
Control	Local
Voltage detection system	Capacitive

Circuit breaker feeder

Rated current, Cubicle	630 A
Rated current circuit breaker	630 A
Short time withstand current	20 kA/1s
Short circuit making current	50 kA/1s
Short circuit breaking current	20 kA/1s
Three position switch	Closed, open, earthed
Switch mechanism	Spring operated
Tripping mechanism	Stored energy
Control	Local
Coil for external trip	230V AC
Voltage detection system	Capacitive

Protection

Over-current relay	Self-powered
Functions	50/51 50N/51N
Power supply	Integrated CT supply

Interface- MV Cables

Grid cable feeder	630 A bushings type C M16 Max 2 feeder cables
Cable entry	From bottom
Cable clamp size (cable outer diameter) **	26 - 38mm 36 - 52mm 50 - 75mm
Circuit breaker feeder	630 A bushings type C
Cable entry	M16 From bottom

Interface to turbine control

Breaker status	
SF6 supervision	1 NO contact
External trip	1 NO contact

*Cable clamps are not part of switchgear delivery.

18. Grid Performance Specifications – 50 Hz

This document describes the grid performance of the Siemens Gamesa 5.X, 50 Hz wind turbine. Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) will provide wind turbine technical data for the developer to use in the design of the wind power plant and the evaluation of requirements compliance. The developer will be responsible for the evaluation and ensuring that the requirements are met for the wind power plant.

The capabilities described in this document assume that the electrical network is designed to be compatible with operation of the wind turbine. SGRE will provide a document with guidance to perform an assessment of the network's compatibility.

18.1. Fault Ride Through (FRT) Capability

The wind turbine is capable of operating when voltage transient events occur on the interconnecting transmission system above and below the standard voltage lower limits and time slot according to Figure 1 and Figure 2.

This performance assumes that the installed amount of wind turbines is in the right proportion to the strength of the grid, which means that the short circuit ratio (S_k/S_n) and the X/R ratio of the grid at the wind turbine transformer terminals must be adequate.

Evaluation of the wind turbine's fault ride through capability in a specific system must be based on simulation studies using the specific network model and a dynamic wind turbine model provided by SGRE. This model is a reduced order model, suitable for balanced simulations with time steps between 4-10 ms.

The standard voltage limits for the Siemens Gamesa 5.X, 50 Hz wind turbine are presented in Figure 1 between 0 - 70 seconds.

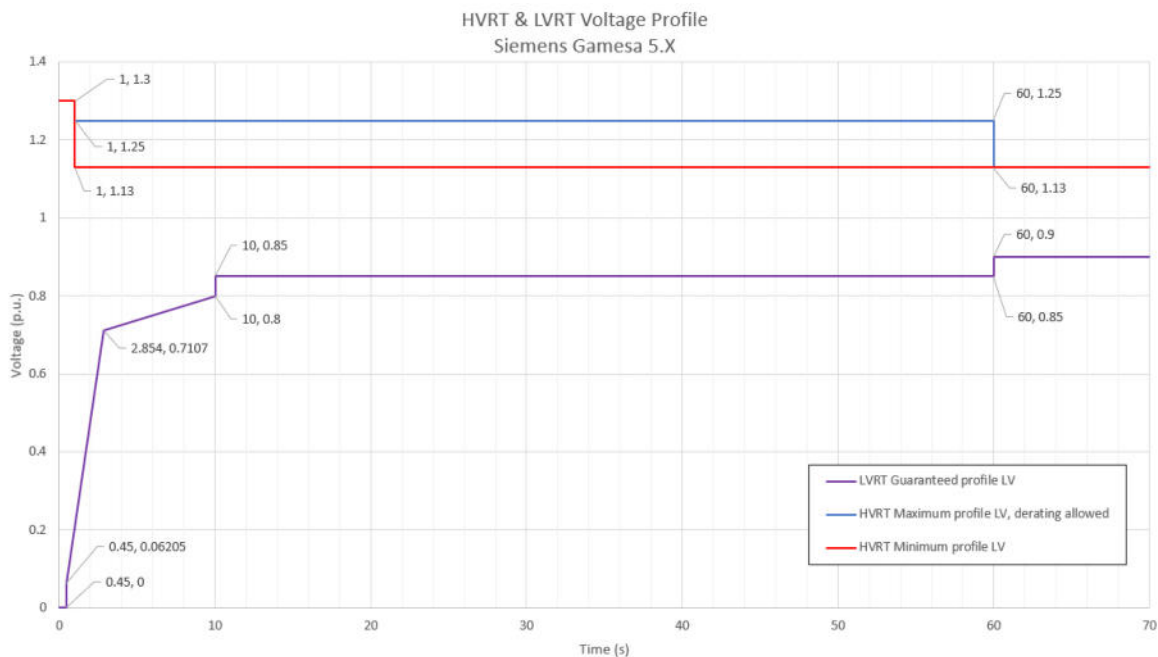


Figure 3. High and Low voltage limits for Siemens Gamesa 5.X, 50 Hz wind turbine in the range of 0-70 seconds. The nominal voltage is 690 V (i.e. 1 p.u.).

18.2. Power Factor (Reactive Power) Capability

The wind turbine can operate in a power factor range of 0.9 leading to 0.9 lagging at the low voltage side of the wind turbine transformer, considering a voltage level equal or higher of 0.95pu. Depending on the voltage behaviour (higher or lower, inside maximum permissible margins), the Reactive Power maximum capability is modified accordingly.

The control mode for the wind turbine is with reactive power set-points or Local Voltage Control mode (external set-points of voltage).

18.3. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Capability

The SGRE SCADA system has the capability to transmit and receive instructions from the transmission system provider for system reliability purposes depending on the configuration of the SCADA system. The project specific SCADA requirements must be specified in detail for design purposes.

18.4. Frequency Capability

The wind turbine can operate in the frequency range between 46 Hz and 54 Hz, making a difference between a steady state operation (full simultaneity): $\pm 3\%$, and transients' events (limited simultaneity): $\pm 8\%$, over rated frequency.

Simultaneities of main operation parameters shall be considered for evaluating the permitted operation ranges, mainly:

- Active Power level
- Reactive Power provision
- Ambient Temperature
- Voltage level of operation
- Frequency level of operation

And the total time that the turbine is operating under such conditions.

18.5. Voltage Capability

The voltage operation range for the wind turbine is between 85% and 113% of nominal voltage at the low voltage side of the wind turbine transformer. The voltage can be up to 130% for 1s, see Figure 1. The wind turbine's target voltage shall stay between 95% and 105% to support the best possible performance by staying within the operation limits.

Beyond $\pm 10\%$ of voltage deviation, automatic voltage support algorithms could execute Reactive Power control, to secure a continuous operation of the Wind Turbine Generator and maximizing the availability, overriding external control and setpoints of Reactive Power.

18.6. Flicker and Harmonics

Flicker and Harmonics values will be provided in the power quality measurement report extract in accordance with IEC 61400-21 Edition 2.

18.7. Reactive Power -Voltage Control

The power plant controller can operate in four different modes:

- Q Control – In this mode reactive power is controlled at the point of interconnection, according to a reactive power reference
- V Control – Voltage is directly controlled at the point of interconnection, according to a voltage reference

- V-Q static – Voltage is controlled at the point of interconnection, by means of a pre-defined voltage – reactive power characteristic
- Power factor (cosphi) control – Power factor is controlled at the point of interconnection, according to a power factor reference

The SCADA system receives feedback/measured values from the Point of Interconnection depending on the control mode it is operating. The wind power plant controller then compares the measured values against the target levels and calculates the reactive power reference. Finally, reactive power references are distributed to each individual wind turbine. The wind turbine's controller responds to the latest reference from the SCADA system and will generate the required reactive power accordingly from the wind turbine.

18.8. Frequency Control

The frequency control is managed by the SCADA system together with the wind turbine controller. The wind power plant frequency control is carried out by the SCADA system which distributes active power set-points to each individual wind turbine, to the controllers. The wind turbine controller responds to the latest reference from the SCADA system and will maintain this active power locally.

18.9. Summary of Grid Connection Capabilities

Characteristic	Value	Comments
Rated Voltage	690V	
Maximum Voltage Range	+13% -15%	Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply
Rated Frequency	50 / 60 Hz	
Maximum Frequency Range	± 8%	Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply
Rated Power Factor	0.9 Under & Over excited	Rated point reachable at Full Power, V = 0.95, f = ±3% Applicable to any AM and turbine variant
Minimum SCR at WTG MV Terminals	V-Direct: ≥ 2.0* Q-Direct: ≥ 3.0**	See note 1.
Minimum X/R at WTG MV Terminals	3.0	
Max. Frequency gradient (ROCOF)	≤ 4 Hz/s	
Allowable Max Negative Sequence Voltage	≤ 5%	
Voltage support after FRT recovery	3s	Configurable by parameter
Power recovery to 95% of Pre- Fault value	< 1000ms	Standard Configuration. Configurable by parameters adjustment.
Voltage support during FRT	Available	Configurable by parameter
Active current priority during Voltage Dip	Available	Configurable by parameter
Active Power damping after Dip	±5% pre-fault level in <2s	Can be affected if Power Recovery Ramps after Voltage Dip is modified
I _q Injection Curve during FRT	k = [2 – 6]	Configurable by parameters
I _q Response Time (FRT)	≤ 30ms	+20ms for 1 cycle RMS calculation
I _q Settling Time (FRT)	≤ 60ms	+20ms for 1 cycle RMS calculation

		-10% +20% required step
Active Power Ramp	$\pm 6\%$ Prated / s	Standard
Active Power Ramps - Fast Mode	+12,5% Prated/s -25% Prated/s	When commanded by SCADA
Reactive Power Ramp	± 5000 kVAr/s	Configurable by parameter

Note 1.

* SCR ratio can be reduced further if Active Power recovery ramps are limited to a certain value, that secures stable operation, after voltage dip events.

** SCR ratio can be reduced further if Reactive Power Management configuration is done correctly by means of detailed grid studies, trying to avoid voltage saturation extremes in any case (over and under voltage saturation levels).

All data are subject to tolerances in accordance with IEC.

19. Grid Performance Specifications – 60 Hz

This document describes the grid performance of the Siemens Gamesa 5.X, 60 Hz wind turbine. Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) will provide wind turbine technical data for the developer to use in the design of the wind power plant and the evaluation of requirements compliance. The developer will be responsible for the evaluation and ensuring that the requirements are met for the wind power plant.

The capabilities described in this document assume that the electrical network is designed to be compatible with operation of the wind turbine. SGRE will provide a document with guidance to perform an assessment of the network's compatibility.

19.1. Fault Ride Through (FRT) Capability

The wind turbine is capable of operating when voltage transient events occur on the interconnecting transmission system above and below the standard voltage lower limits and time slot according to Figure 1 and Figure 2.

This performance assumes that the installed amount of wind turbines is in the right proportion to the strength of the grid, which means that the short circuit ratio (S_k/S_n) and the X/R ratio of the grid at the wind turbine transformer terminals must be adequate.

Evaluation of the wind turbine's fault ride through capability in a specific system must be based on simulation studies using the specific network model and a dynamic wind turbine model provided by SGRE. This model is a reduced order model, suitable for balanced simulations with time steps between 4-10 ms.

The standard voltage limits for the Siemens Gamesa 5.X, 60 Hz wind turbine are presented in Figure 1 between 0 - 70 seconds.

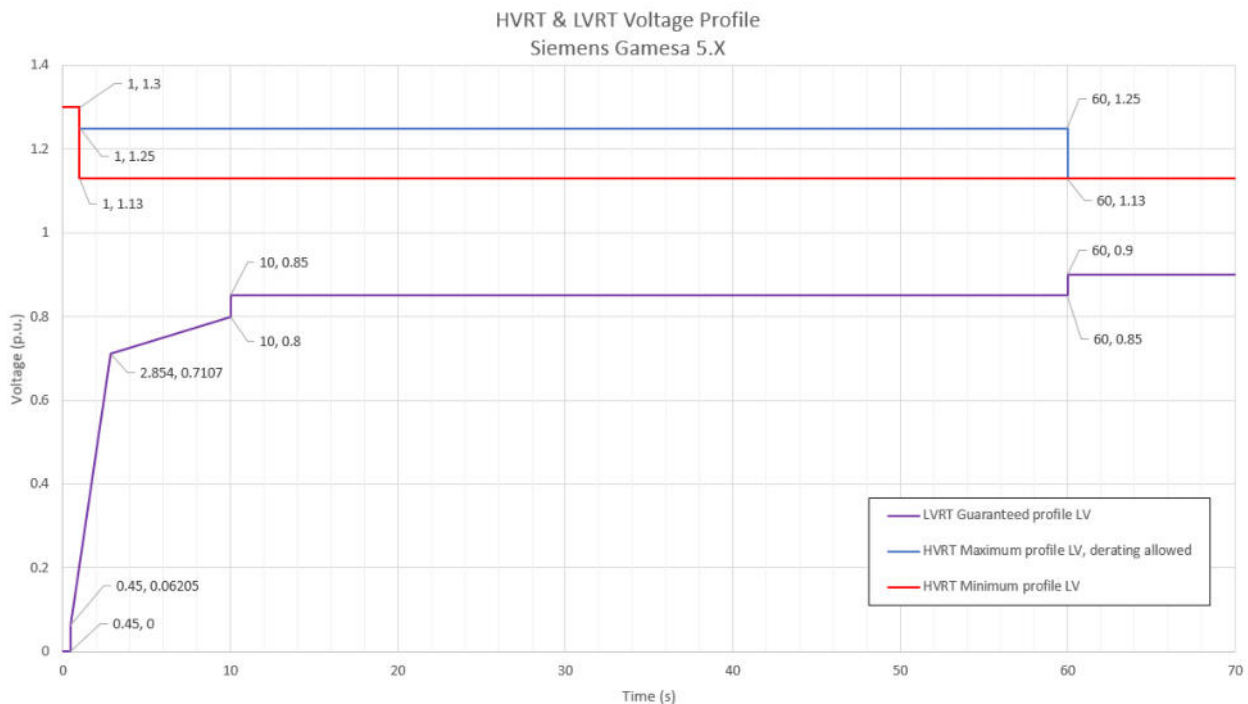


Figure 4. High and Low voltage limits for Siemens Gamesa 5.X, 60 Hz wind turbine in the range of 0-70 seconds. The nominal voltage is 690 V (i.e. 1 p.u.).

19.2. Power Factor (Reactive Power) Capability

The wind turbine can operate in a power factor range of 0.9 leading to 0.9 lagging at the low voltage side of the wind turbine transformer, considering a voltage level equal or higher of 0.95pu. Depending on the voltage behaviour (higher or lower, inside maximum permissible margins), the Reactive Power maximum capability is modified accordingly.

The control mode for the wind turbine is with reactive power set-points or Local Voltage Control mode (external set-points of voltage).

19.3. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Capability

The SGRE SCADA system has the capability to transmit and receive instructions from the transmission system provider for system reliability purposes depending on the configuration of the SCADA system. The project specific SCADA requirements must be specified in detail for design purposes.

19.4. Frequency Capability

The wind turbine can operate in the frequency range between 55.2 Hz and 64.8 Hz, making a difference between a steady state operation (full simultaneity): $\pm 3\%$, and transients' events (limited simultaneity): $\pm 8\%$, over rated frequency.

Simultaneities of main operation parameters shall be considered for evaluating the permitted operation ranges, mainly:

- Active Power level
- Reactive Power provision
- Ambient Temperature
- Voltage level of operation
- Frequency level of operation

And the total time that the turbine is operating under such conditions.

19.5. Voltage Capability

The voltage operation range for the wind turbine is between 85% and 113% of nominal voltage at the low voltage side of the wind turbine transformer. The voltage can be up to 130% for 1s, see Figure 1. The wind turbine's target voltage shall stay between 95% and 105% to support the best possible performance by staying within the operation limits.

Beyond $\pm 10\%$ of voltage deviation, automatic voltage support algorithms could execute Reactive Power control, to secure a continuous operation of the Wind Turbine Generator and maximizing the availability, overriding external control and setpoints of Reactive Power.

19.6. Flicker and Harmonics

Flicker and Harmonics values will be provided in the power quality measurement report extract in accordance with IEC 61400-21 Edition 2.

19.7. Reactive Power -Voltage Control

The power plant controller can operate in four different modes:

- Q Control – In this mode reactive power is controlled at the point of interconnection, according to a reactive power reference
- V Control – Voltage is directly controlled at the point of interconnection, according to a voltage reference
- V-Q static – Voltage is controlled at the point of interconnection, by means of a pre-defined voltage – reactive power characteristic
- Power factor (cosphi) control – Power factor is controlled at the point of interconnection, according to a power factor reference

The SCADA system receives feedback/measured values from the Point of Interconnection depending on the control mode it is operating. The wind power plant controller then compares the measured values against the target levels and calculates the reactive power reference. Finally, reactive power references are distributed to each individual wind turbine. The wind turbine's controller responds to the latest reference from the SCADA system and will generate the required reactive power accordingly from the wind turbine.

19.8. Frequency Control

The frequency control is managed by the SCADA system together with the wind turbine controller. The wind power plant frequency control is carried out by the SCADA system which distributes active power set-points to each individual wind turbine, to the controllers. The wind turbine controller responds to the latest reference from the SCADA system and will maintain this active power locally.

19.9. Summary of Grid Connection Capabilities

Characteristic	Value	Comments
Rated Voltage	690V	
Maximum Voltage Range	+13% -15%	Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply
Rated Frequency	50 / 60 Hz	
Maximum Frequency Range	± 8%	Q & P deratings due to V-f Simultaneities could apply
Rated Power Factor	0.9 Under & Over excited	Rated point reachable at Full Power, V = 0.95, f = ±3% Applicable to any AM and turbine variant
Minimum SCR at WTG MV Terminals	V-Direct: ≥ 2.0* Q-Direct: ≥ 3.0**	See note 1.
Minimum X/R at WTG MV Terminals	3.0	
Max. Frequency gradient (ROCOF)	≤ 4 Hz/s	
Allowable Max Negative Sequence Voltage	≤ 5%	
Voltage support after FRT recovery	3s	Configurable by parameter
Power recovery to 95% of Pre- Fault value	< 1000ms	Standard Configuration. Configurable by parameters adjustment.
Voltage support during FRT	Available	Configurable by parameter
Active current priority during Voltage Dip	Available	Configurable by parameter
Active Power damping after Dip	±5% pre-fault level in <2s	Can be affected if Power Recovery Ramps after Voltage Dip is modified
I _q Injection Curve during FRT	k = [2 – 6]	Configurable by parameters
I _q Response Time (FRT)	≤ 30ms	+20ms for 1 cycle RMS calculation
I _q Settling Time (FRT)	≤ 60ms	+20ms for 1 cycle RMS calculation -10% +20% required step
Active Power Ramp	± 6% Prated / s	Standard
Active Power Ramps - Fast Mode	+12,5% Prated/s -25% Prated/s	When commanded by SCADA
Reactive Power Ramp	±5000 kVAr/s	Configurable by parameter

Note 1.

* SCR ratio can be reduced further if Active Power recovery ramps are limited to a certain value, that secures stable operation, after voltage dip events.

** SCR ratio can be reduced further if Reactive Power Management configuration is done correctly by means of detailed grid studies, trying to avoid voltage saturation extremes in any case (over and under voltage saturation levels).

All data are subject to tolerances in accordance with IEC.

20. Reactive Power Capability - 50 & 60 Hz

This document describes the reactive power capability of Siemens Gamesa 5X, 50/60 Hz wind turbines during active power production. Siemens Gamesa 5X wind turbines are equipped with a B2B Partial load frequency converter which allows the wind turbine to operate in a wide power factor range.

The maximum amount of Reactive Power to be generated or consumed depends on a wide range of parameters, some of them not possible to consider in a general way as they are fully dependent on the site, grid and Wind Turbine operation conditions.

Between others, the Reactive Power Capability at a given Operating Conditions depends on existing Active Power, internal temperature of Wind Turbine components, external ambient temperature, Grid conditions (voltage level, frequency level, etc.) and impact, thermally, in high inertial systems. So, the required operation time in worse conditions is also a parameter to be considered.

Online maximum capabilities estimation is executed by the Reactive Power Controller algorithm, to provide the possibility of maximizing the Capabilities in favorable grid and site conditions.

20.1. Reactive Power Capability. Generalities.

The estimated reactive power capability for the wind turbine at the LV side of the wind turbine transformer will be presented in the following Figures and Tables.

Figure 5 shows the reactive power capability depending on the generated Active Power at various voltages at the LV terminals, starting by 91% of rated voltage (PQV curves).

Figure 6 shows the reactive power capability depending on the voltage level (QV curve) at full power operation.

Figure 3 includes reactive power capability at no wind operating conditions.

The SCADA can send voltage references to the wind turbine in the range of 92% to 108% (references of 90% to 110% in specific cases). The wind power plant is recommended to be designed to maintain the wind turbine voltage references between 95% and 105% during steady state operation.

The included capability assume that the phase voltages are balanced (unbalance value below the maximum guaranteed, $\leq 5\%$) and that the grid operational frequency is nominal.

Given the uncertainties in determining the overall Wind Turbine operation state variables tolerances, the given Reactive Power Capability is subjected to a tolerance up to $\pm 10\%$.

These figures consider Wind Turbine operation around its expected generator speed for each operation condition (P-n operation curve). Extreme speed excursions caused by specific Wind gusts, up and down from standard value, may cause punctual Reactive Power restrictions due to Generator and Converter limits of voltage and currents. All this is also fully dependent on the Grid conditions of voltage level and external setpoint.

Values of Reactive Power for those operational points in between the shown curves can be calculated by means of linear interpolation.

The reactive power capability presented in this document is the net capability and accounts for the contribution from the wind turbine auxiliary system, the reactors and the existing filters.

The reactive power capability described is valid while operating the wind turbine within the limits specified in the Design Climatic Conditions.

20.2. Operation below 90% of rated voltage

Standard operation at voltages in between 85% to 90% over rated is considered a special situation where both Reactive Power and Active Power may be de-rated depending on operation conditions of the Wind Turbine Generator.

Usually, depending on specific local regulations, Under Voltage Ride Through (UVRT) support happens in voltage values below 90% of rated voltage, so this operation case is not compatible as during UVRT support, Reactive Power is internally controlled depending on demands from applicable Grid Codes of Operation. This is also applicable during UVRT transients.

Specific studies should be executed in order to determine the operation and the possible values to be reached in such special operation cases, where and when required.

20.3. Reactive Power / Voltage limiting function

When Wind Turbine operation is close to voltage limits (under-voltage and over-voltage grid protection configured values), a specific Reactive Power / Voltage limiting function acts causing a so-called *Voltage Saturation*. The intention of this algorithm is to avoid a self-trip due to activation of over or under-voltage protections caused by Reactive Power operation of the turbine.

In the maximum configurable values of the voltage protection parameters (permanent operation, 85% and 113%):

- In case of under-voltage, the negative Reactive Power (Inductive, under-excited) is linearly limited from *No_Limit* to 0, in the voltage range 90% to 85%.
 - The voltage used for evaluating and executing this Saturation is the minimum of the 3 phase voltages.
- In case of over-voltage, the positive Reactive Power (Capacitive, over-excited) is linearly limited from *No_Limit* to 0, in the voltage range 112% to 113%.
 - The voltage used for evaluating and executing this Saturation is the maximum of the 3 phase voltages.

All these levels are possible to be set by parameters, depending on necessities, local requirements and as results of stability studies.

Reactive Power capabilities and curves shown in this document are generated having configured the next saturation values (values by default). This can be observed in figure 2. QV diagram.

- Under-Voltage saturation: 91% to 90% of rated voltage.
- Over-Voltage saturation: 112% to 113% of rated voltage.

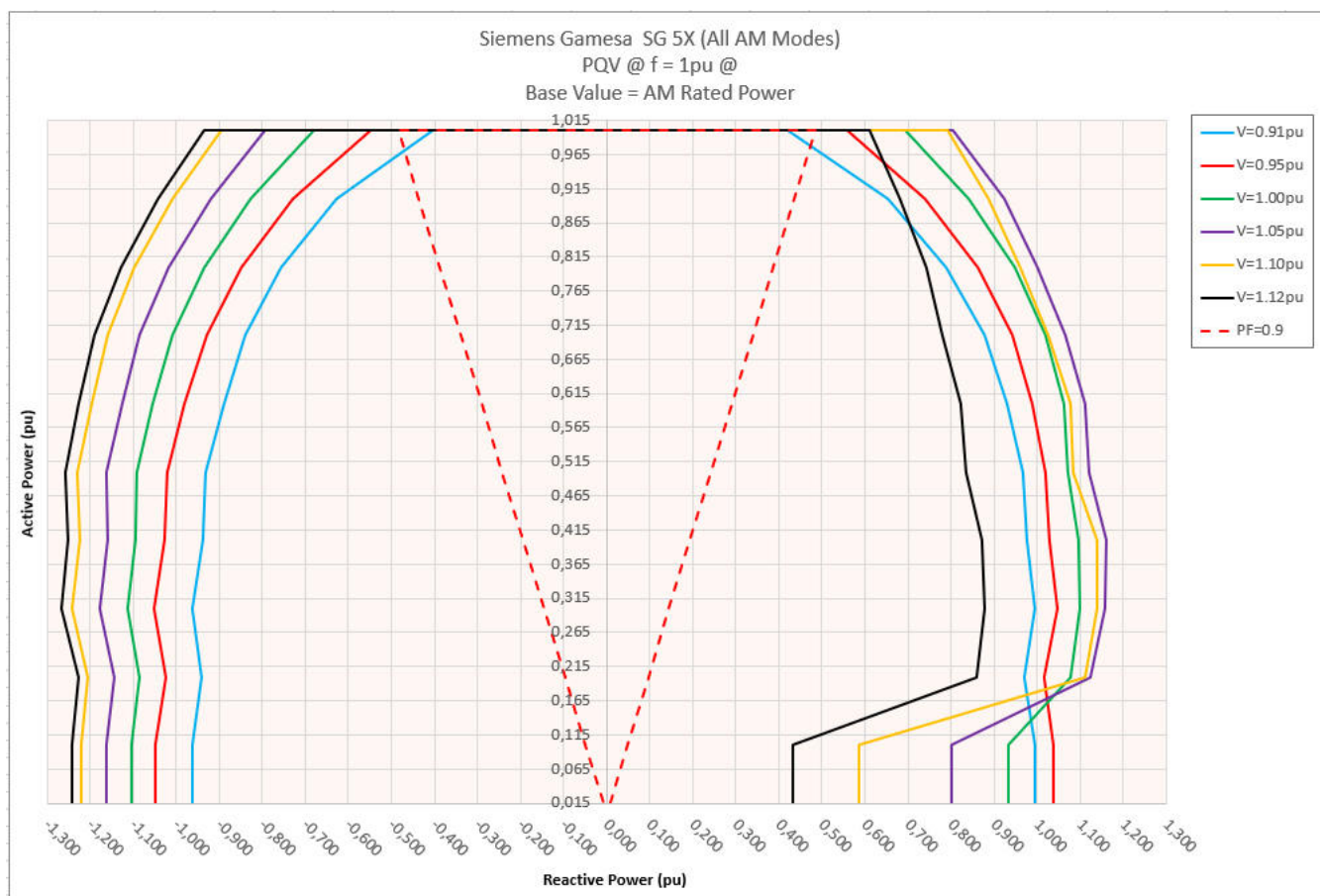


Figure 5: Siemens Gamesa 5.X Reactive power capability curves (PQV), 50/60 Hz Wind Turbine, at LV terminals.

Note: Voltage Saturation set to 91% and 112% (refer to *Reactive Power / Voltage limiting function* section)

Application mode (AM)	Rating	External Nacelle Temperature
	Kw	°C
AM 0	6600	20
AM-1	6500	23
AM-2	6400	25
AM-3	6300	28
AM-4	6200	30
AM-5	6100	33
AM-6	6000	35

Table 5: Application modes definition.

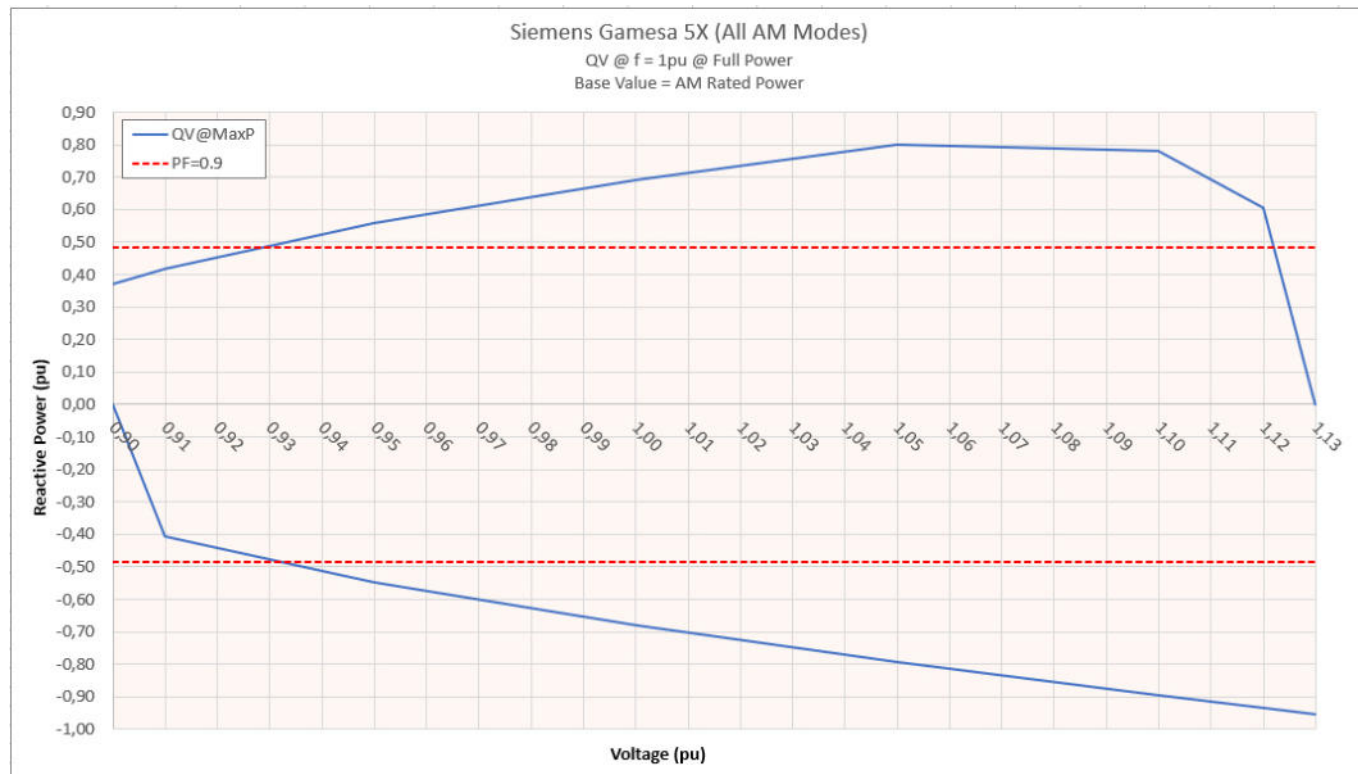


Figure 6: Siemens Gamesa 5.X→ Reactive power capability curves (QV), 50/60 Hz Wind Turbine, at LV terminals, at Full Power operation.

Note: Voltage Saturation set to 91% and 112% (refer to *Reactive Power / Voltage limiting function* section)

Base Value = AM Rated Power		Voltage (pu)							
		0,9	0,91	0,95	1	1,05	1,1	1,12	1,13
Active Power (pu)	0,015*	0,985	0,997	1,038	0,933	0,803	0,586	0,433	0
	0,10	0,985	0,997	1,038	0,933	0,803	0,586	0,433	0
	0,20	0,957	0,969	1,018	1,077	1,124	1,112	0,860	0
	0,30	0,982	0,995	1,047	1,098	1,157	1,140	0,877	0
	0,40	0,962	0,975	1,029	1,095	1,160	1,139	0,873	0
	0,50	0,955	0,968	1,018	1,073	1,121	1,085	0,834	0
	0,60	0,914	0,929	0,990	1,063	1,112	1,076	0,823	0
	0,70	0,861	0,877	0,942	1,019	1,065	1,026	0,781	0
	0,80	0,770	0,789	0,862	0,949	1,001	0,962	0,742	0
	0,90	0,629	0,652	0,741	0,842	0,923	0,888	0,682	0
1,00	0,373	0,419	0,559	0,693	0,803	0,791	0,611	0	

Table 6: Siemens Gamesa 5.X Reactive power capability values (pu), 50/60 Hz Wind Turbine, at LV terminals.

Capacitive / Over-excited operation.

Note: Voltage Saturation set to 91% and 112% (refer to *Reactive Power / Voltage limiting function* section)

* Case of Wind turbine operating with very low wind, but with generator connected to the grid.

Base Value = AM Rated Power		Voltage (pu)							
		0,9	0,91	0,95	1	1,05	1,1	1,12	1,13
Active Power (pu)	0,015*	0	-0,963	-1,048	-1,105	-1,162	-1,220	-1,242	-1,253
	0,10	0	-0,963	-1,048	-1,105	-1,162	-1,220	-1,242	-1,253
	0,20	0	-0,941	-1,024	-1,085	-1,144	-1,204	-1,228	-1,241
	0,30	0	-0,962	-1,050	-1,114	-1,178	-1,241	-1,266	-1,279
	0,40	0	-0,937	-1,027	-1,093	-1,159	-1,224	-1,250	-1,263
	0,50	0	-0,930	-1,022	-1,092	-1,161	-1,230	-1,257	-1,271
	0,60	0	-0,890	-0,980	-1,054	-1,126	-1,197	-1,225	-1,239
	0,70	0	-0,839	-0,929	-1,008	-1,085	-1,160	-1,189	-1,204
	0,80	0	-0,756	-0,847	-0,934	-1,017	-1,097	-1,129	-1,144
	0,90	0	-0,629	-0,727	-0,828	-0,921	-1,009	-1,044	-1,061
1,00	0	-0,403	-0,546	-0,679	-0,793	-0,895	-0,934	-0,953	

Table 7: Siemens Gamesa 5.X→ Reactive power capability values (pu), 50/60 Hz Wind Turbine, at LV terminals.

Inductive / Under-excited operation.

Note: Voltage Saturation set to 91% and 112% (refer to *Reactive Power / Voltage limiting function* section)

* Case of Wind turbine operating with very low wind, but with generator connected to the grid.

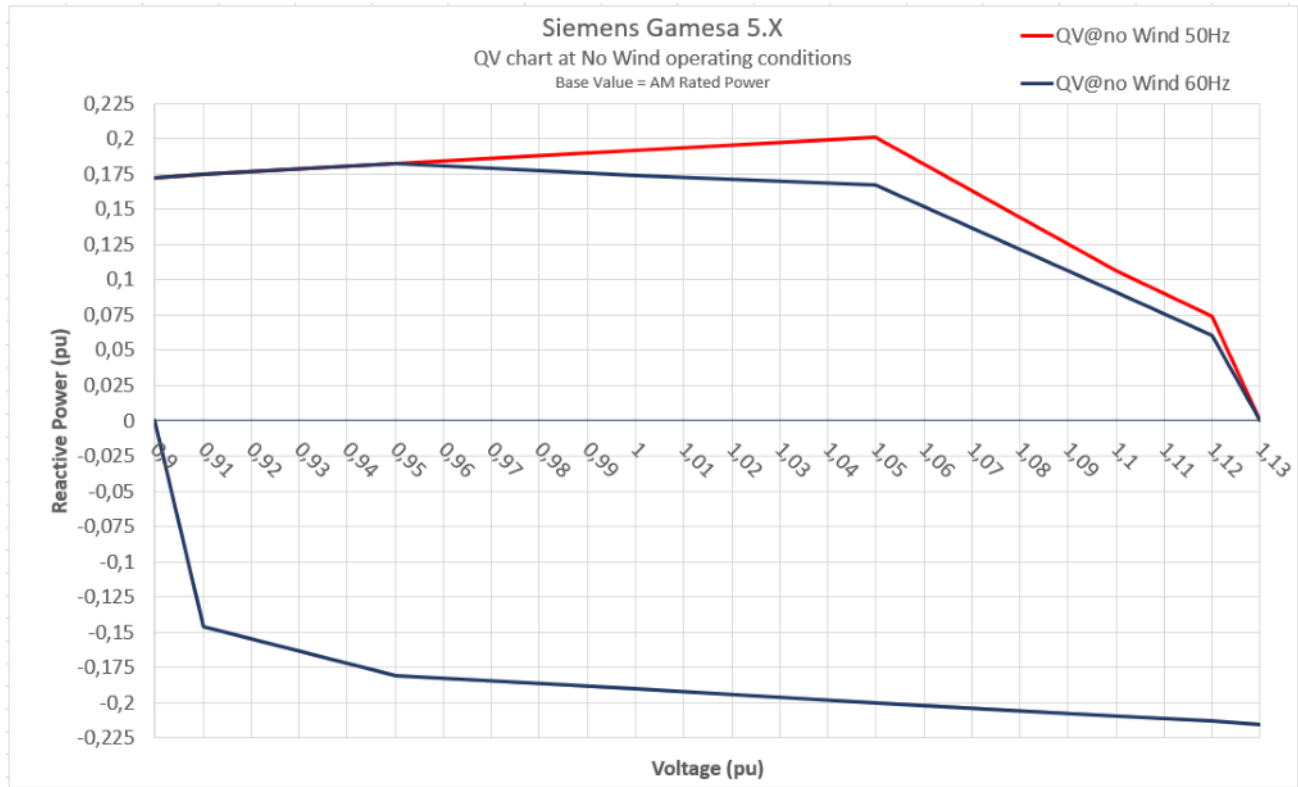


Figure 7: Reactive Power Capability chart (pu) at no wind conditions, at LV terminals, 50/60Hz.

Case of Wind turbine not in operation, with generator stopped or below the connection speed.

Siemens Gamesa 5.X50Hz Base Value = AM Rated Power			Siemens Gamesa 5.X60Hz Base Value = AM Rated Power		
Voltage (pu)	Q+ (pu)	Q- (pu)	Voltage (pu)	Q+ (pu)	Q- (pu)
0,90	0,173	0,00	0,90	0,173	0,000
0,91	0,174	-0,146	0,91	0,174	-0,146
0,95	0,182	-0,181	0,95	0,182	-0,181
1,00	0,192	-0,190	1,00	0,174	-0,190
1,05	0,201	-0,200	1,05	0,167	-0,200
1,10	0,107	-0,209	1,10	0,091	-0,209
1,12	0,074	-0,213	1,12	0,061	-0,213
1,13	0,000	-0,215	1,13	0,000	-0,215

Table 8: Reactive Power Capability values (pu) at no wind conditions, at LV terminals, 50/60Hz.

Case of Wind turbine not in operation, with generator stopped or below the connection speed.

21. SCADA System Description

The SGRE SCADA system is a system for supervision, data acquisition, control, and reporting for wind farm performance.

21.1. Main features

The SCADA system has the following main features:

- On-line supervision and control accessible via secured tunnel over the Internet.
- Data acquisition and storage of data in a historical database.
- Local storage of data at wind turbines if communication is interrupted and transferred to historical database when possible.
- System access from anywhere using a standard web browser. No special client software or licenses are required.
- Users are assigned individual usernames and passwords, and the administrator can assign a user level to each username for added security.
- Email function can be configured for fast alarm response for both turbine and substation alarms. Configuration can also support alarm notification via SMS service.
- Interface to power plant control functions for enhanced control of the wind farm and for remote regulation, e.g. MW / Voltage / Frequency / Ramp rate.
- Interface for integration of substation equipment for monitoring and control.
- Interface for monitoring of Reactive compensation equipment, control of this equipment is achieved via the SGRE power plant controller
- Integrated support for environmental control such as noise, shadow/flicker, bat/wildlife and ice.
- Capabilities for monitoring hybrid power plant equipment such as Battery Energy Storage Systems (BESS) and Photo Voltaic (PV) systems. Control of such equipment is achieved via the SGRE power plant controller.
- Power curve plots and efficiency calculations with pressure and temperature correction (pressure and temperature correction available only if SGRE MET system supplied).
- Condition monitoring integrated with the turbine controller using designated server.
- Ethernet-based system with secure compatible interfaces (OPC UA / IEC 60870-5-104) for online data access.
- Legacy protocols like OPC-(XML)-DA or Modbus TCP can be supported on request
- Access to historical - scientific and optional high resolution data via Restfull API.
- Virus Protection Solution.
- Back-up & restore.

21.2. Wind turbine hardware

Components within the wind turbine are monitored and controlled by the individual local wind turbine controller (SICS). The SICS can operate the turbine independently of the SCADA system, and turbine operation can continue autonomously in case of, e.g. damage to communication cables.

Data recorded at the turbine is stored at the SICS. In the event that communication to the central server is temporarily interrupted data is kept in the SICS and transferred to the SCADA server when possible.

21.3. Communication network in wind farm

The communication network in the wind farm must be established with optical fibers. The optimum network design is typically a function of the wind farm layout. Once the layout is selected, SGRE will define the minimum requirements for the network design.

The supply, installation, and termination of the communication network are typically carried out by the Employer. If specifically agreed the division of responsibility for the communication network can be changed.

21.4. SCADA server panel

The central SCADA server panel supplied by SGRE is normally placed at the wind farm substation or control building. The server panel comprises amongst others:

- The server is configured with standard disk redundancy (RAID) to ensure continuous operation in case of disk failure. Network equipment. This includes all necessary switches and media converters.
- UPS back up to ensure safe shut down of servers in case of power outage.

For large sites or as option a virtualized SCADA solution can be supplied.

On the SCADA server the data is presented online as a web-service and simultaneously stored in an SQL database. From this SQL database numerous reports can be generated.

Employer "client" connection to the SCADA system establishing via the internet through a point to point TCP/IP VPN-connection.

21.5. Grid measuring station and Wind Farm Controller

The SCADA system includes a grid measuring station located in one / more module panels or in the SCADA server panel. Normally the grid measuring station is placed at the wind farm substation or control building.

The heart of the grid measuring station is a PQ meter. The Wind Farm Control /grid measuring station can be scaled to almost any arrangement of the grid connection. The grid measuring station requires voltage and current signals from VT's and CT's fitted at the wind farm PCC to enable the control functions.

The grid measuring station and the Wind Farm Control interfaces to the SGRE SCADA servers and turbines are via a LAN network.

The Wind Farm Control can on request be supplied in a high availability (HA) setup with a redundant server cluster configuration.

Note: In small SGRE SCADA systems (typically <10 turbines) and if the small SGRE SCADA system is placed in a turbine the Wind Farm Control and grid measuring station may be arranged otherwise.

21.6. Signal exchange

Online signal exchange and communications with third party systems such as substation control systems, remote control systems, and/or maintenance systems is possible from both the module and/or the SGRE SCADA server panel. For communication with third party equipment OPC UA and IEC 60870-5-104 are supported. Legacy protocols like OPC-(XML)-DA or Modbus TCP can be supported on request

21.7. SGRE SCADA software

The normal SGRE SCADA user interface presents online and historical data. The screen displays can be adjusted to meet individual customer requirements.

Historical data are stored in an MS SQL database as statistical values and can be presented directly on the screen or exported for processing in MS Access or via a RESTfull API.

The SGRE SCADA software can also serve as user interface to the Wind Farm Control functions.

21.8. Virus protection solution

A virus protection solution can be offered as a part of the Service Agreement (SA). An anti-virus client software will in that case be installed on all MS-Windows based components at the SCADA system and the WTGs.

The virus protection solution is based on a third-party anti-virus product. Updates to the anti-virus client software and pattern files are automatically distributed from central SGRE based servers.

21.9. Back-up & restore

For recovery of a defect SCADA system or component, the SGRE SCADA system provides back-up of configuration files and basic production data files. Both configuration and selected production data are backed up automatically on a regular time basis for major components. The back-up files are stored both locally on the site servers and remotely on SGRE back-up storage servers.

22. Codes and Standards

This document lists codes and standards according to which turbines are designed, manufactured and tested. The scope of this document is limited to the Siemens Gamesa 5.X platform.

SGRE Onshore geared turbines are designed, manufactured, and tested to SGRE's technical drawings, procedures, and processes that are generally in compliance with the applicable sections of the codes and standards listed herein. This list of codes and standards for design, manufacturing, and testing forms a part of the design basis documentation. The edition of the codes and standards is the version used for the certification process which is conducted by an external certifying body.

22.1. GENERAL

- IEC-RE Operational Document: OD-501, Type and Component Certification Scheme*
- IEC 61400-5:2020 Wind energy generation systems - Part 5: Wind turbine blades
- IEC 61400-6:2020 Wind energy generation systems - Part 6: Tower and foundation design requirements
- *IEC 61400-1:2019 Ed.4 Wind turbines –. Part 1: Design requirements*
- IEC 61400-11:2012/AMD1:2018 Amendment 1 - Wind turbines - Part 11: Acoustic noise measurement techniques
- *IEC 61400-12-1:2017, Ed.1, Wind Turbine Generator Systems Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines*
- *IEC 61400-13: 2015 Wind Turbine Generator Systems - Part 13: Measurement of Mechanical Loads*
- *IEC 61400-23 Ed. 1.0 EN :2014 Wind turbines - Part 23: Full-scale structural testing of rotor blades*

- *EN 10025-1:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 1: General technical delivery conditions*
- *EN 10025-2:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels*
- *EN 10025-3:2004, Hot rolled products of structural steels - Part 3: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels*
- *EN 10029:2010, Hot rolled steel plates 3 mm thick or above - Tolerances on dimensions, shape and mass*
- *ISO 683-1:2018 Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels. Non-alloy steels for quenching and tempering*
- *EN 1563:2018, Founding - Spheroidal graphite cast irons*
- *EN 1993-1-8:2005/AC:2009: Eurocode 3: Design of steel structures Part 1-8: Joints*
- *EN 1999-1-1-2008 Design of aluminum structures – part 1-1: General structural rules*

- *ISO 16281:2008 Rolling bearings - Methods for calculating the modified reference rating life for universally loaded bearings*
- *ISO 16281:2008 / Cor. 1:2009 Rolling bearings - Methods for calculating the modified reference rating life for universally loaded bearings*
- *ISO 281:2007 Rolling bearings - Dynamic load ratings and rating*
- *ISO 76:2006/Amd 1:2017 Rolling bearings – Static load ratings AMENDMENT 1*
- *ISO 898-1:2013, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel -- Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes -- Coarse thread and fine pitch thread*
- *VDI 2230 Blatt 1, 2016, Systematic calculation of highly stressed bolted joints - Joints with one cylindrical bolt*
- *ISO 4413:2010 Hydraulic fluid power -- General rules and safety requirements for systems and their components*

- *DIN 51524-3:2017 Pressure fluids - Hydraulic oils - Part 3: HVLP hydraulic oils, Minimum requirements*
- *ISO 16889:2008 + A1:2018 Hydraulic fluid power -- Filters -- Multi-pass method for evaluating filtration performance of a filter element*
- *UNE-EN 14359:2008+A1:2011: Gas-loaded accumulators for fluid power applications.*
- *PED 2014/68/EU Pressure Equipment Directive*

- *DNV-DS-J102:2010 Design and Manufacture of Wind Turbine Blades, Offshore and Onshore Wind Turbines*
- *DIBt - Richtlinie für Windenergieanlagen - Oktober 2012, korrigierte Fassung März 2015*
- *DIBt – Richtlinie für Windenergieanlagen:2012, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung.*

22.2. GEARBOX

- *IEC 61400-4:2012 Wind turbines -- Part 4: Design requirements for wind turbine gearboxes*

22.3. ELECTRICAL

- *IEC 61400-21-1:2019 Wind energy generation systems - Part 21-1: Measurement and assessment of electrical characteristics - Wind turbines*
-
- *IEC 61400-24:2019 Wind energy generation systems - Part 24: Lightning protection*
-
- *IEC 60076-16:2018 – Power transformers - Part 16: Transformers for wind turbine applications*
- *IEC 60204-1:2016 Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements*
- *IEC 61000-6-2:2016 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*
- *IEC 61000-6-4:2018 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*
- *IEC 61439-1:2020 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*
- *IEC 61439-2:2020 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies*
- *Low Voltage Directive 2014/35/EU*
- *EMC Directive 2014/30/EU*

22.4. QUALITY

- *ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements*

22.5. PERSONAL SAFETY

- *2006/42/EC Machinery Directive*
- *EN 50308:2004, Wind turbines – Protective measures – Requirements for design, operation and maintenance.*
- *OSHA 2005 Requirements for clearances at doorways, hatches, and caged.*
 - *OSHA's Subpart D Walking-Working Surfaces Section 1910.27v*
- *ISO12100:2011 Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*
- *ISO 13849-1:2015 – Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*
- *ISO 13849-2:2013 - Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

22.6. CORROSION

- *ISO 12944-1:2017, Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems – Part 1: General introduction (class C3 to C4)*

23. Ice Detection System and Operations with Ice

Siemens Gamesa Renewable Energy's (SGRE) Ice detection and Operation with Ice system offers functionality that extends the range of operation during ice conditions. The main configurable options determine if maximum production or maximum safety is required.

The following options for ice detection sources can be used:

- Low power detection curve (LPDC)
- No cut-in detection
- **Optional extra:** External sensor detection, nacelle- or blade-based.

Once ice has been detected through any of the selected sources the following ice detection response is handled by the Operation with Ice strategy where the following options are available:

- Stop the turbine, either awaiting automatic reset or manual reset
- Stop the turbine, combined with yawing to a specific angle
- Adaptive Operation, continued operation optimizing the power

Figure 1 shows a visualization of the available options and how they are connected.

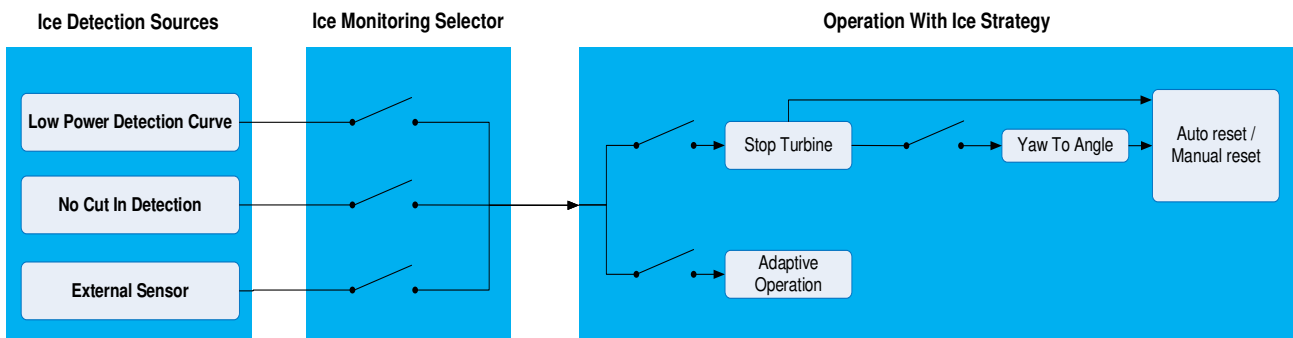


Figure 1: Ice Detection and Operation with Ice Strategy interface for individual turbines



Adaptive Operation used as the Operation With Ice strategy requires the Low Power Detection Curve and No Cut In Detection to be used, it is therefore not compatible with the external sensor.

Ice build-up on the turbine can possibly cause damage to objects and people in the vicinity. The ice detection and Operation with Ice system will not protect against ice being thrown from the turbine(s). What the system does is either optimize performance and yield maximum production despite ice on the turbine or stop the turbine to prevent operating with ice. There may be ice on blades upon start and/or stop of the turbine. It is the sole responsibility of the owner of the turbine to ensure that the public is protected from ice being thrown from the turbine. The Owner must always ensure that the operation of the turbine complies with all restrictions applicable to the turbine, irrespective of whether such restrictions follows from permits, legislation or otherwise. SGRE accepts no responsibility for any violation of requirements.

23.1. Ice Detection Sources

23.1.1. Low Power Detection Curve (LPDC)

The LPDC functionality is an integrated part of the turbine controller, thus not requiring additional sensors.

LPDC is a requirement to be active when the *Operation with Ice Strategy: Adaptive* is selected.

LPDC detects ice when power production degrades due to ice build-up on the blades during operation when the turbine produces power in cold weather by comparing the actual power production to the sales power curve shown in Figure 2 when the ambient temperature is below 5° C (configurable). LPDC is based on a percentage of the sales power curve with a minimum separation to the sales power curve.

If production falls below the “LPDC Ice Detection” (Blue) curve shown in Figure 2, the selected Operation with Ice strategy is activated.

If *Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation* is selected and the production increases above the “LPDC Ice Detection” curve, Adaptive Operation is deactivated.

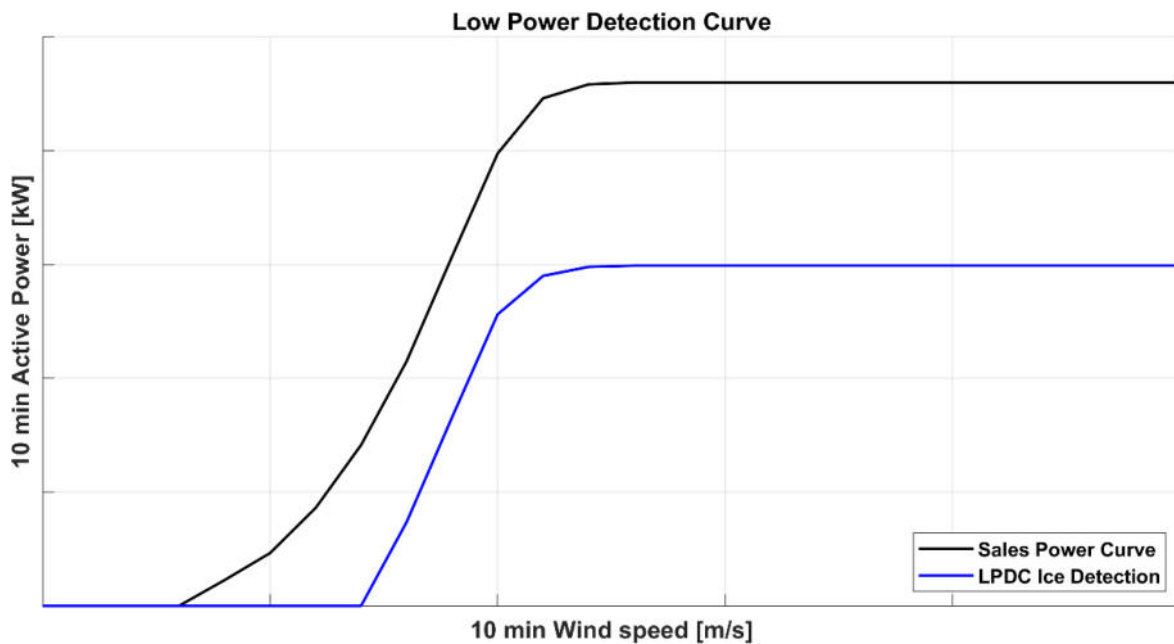


Figure 2: Illustration of Low Power Detection Curve (LPDC)

23.1.2. No Cut-in

The No Cut-in functionality is an integrated part of the turbine controller, thus not requiring additional sensors. No Cut-in is a requirement to be active when *Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation* is configured.

No Cut-in is an ice detection method that indicates when there is enough wind for the wind turbine to produce power, but the turbine is unable to cut-in, connect to the grid, and produce power for a period of time due to severe ice build-up in cold weather.

If *Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation* is selected as the ice detection response strategy, the turbine will cut-in and connect to the grid at an adapted power production level given the conditions. See further below in chapter “Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation”.

23.1.3. External Sensor Options

D2830475/006 – Restricted

© Siemens Gamesa Renewable Energy S.A., 2021. All rights reserved.

The external ice detector sensor functionality is an optional extra system that can be used to create a response directly from the sensor on the turbine. Most often the sensor reports data to SCADA which controls the turbines at the site with respect to stopping them. It is intended for installation on wind turbines located in areas where there is a risk that ice can build up on either the turbine nacelle or blades and there are personal safety or legislation concerns that required the turbine to be stopped instantly when ice is detected. Compared to the LPDC and No Cut-in ice detection source options are designed to detect when performance is impacted where ice may already exist on the turbine.

The external sensor is only compatible with Operation with Ice Strategy:

- Stop the turbine
- Stop the turbine, yawing to a specific angle

The external sensor communicates with the Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) system. Typically, only a few external sensors are installed on a given site, and SCADA can be configured to stop the entire site or clusters or individual turbines if deemed necessary.

There are two separate types of use for the external sensor:

- External sensor is selected as the turbines ice detection source (Figure 1) for individual turbines, which allows the individual turbine itself to react to the sensor. Additionally, SCADA can still react to the signal and stop turbine(s) at the site.
- External sensor is not selected as the turbines ice detection source (Figure 1), so the individual turbine itself will not react to the external sensor, but SCADA can still react to the signal and stop turbine(s) at the site.

23.1.4. External Sensor Types

23.1.5. Nacelle Based Ice Detection Sensor (Optional)

The nacelle ice detection sensor is an optional system intended for installation on wind turbines located in areas where ice can build up on the turbine. The purpose of the ice detector system is to provide the turbine controller information about potential risk for ice on the turbine. The ice detection system can detect in-cloud icing as well as freezing rain. Depending on requirements when ice is detected an ice alarm can initiate a turbine stop.

The system can come with a valid certification from accredited institutes.

23.1.6. Blade-Based Ice Detection Sensor (Optional)

An additional option is to install a blade-based ice detection system. Such system includes a set of sensors (accelerometers) on each blade, plus a central monitoring unit. The ice detection is performed by analysis of blade eigenfrequencies with respect to ice accumulation. Therefore, the system needs a calibration prior to enter service (varying, and up to 3 months depending on the conditions and WTG configuration).

Ice detection is possible at standstill and during operation. No minimum rotation per minute (rpm) is required, however a minimum wind speed of 2 m/s is required to ensure sufficient excitation of blade.

The system can also come with a valid certification from accredited institutes.

23.1.7. Options and logging in SCADA

Possible options in SCADA to configure the usage of the external sensor on site level (independent of the individual turbine interface):

- Set predefined ice conditions using ice parameters
- Enable or disable automatic stop of individual turbines
- Enable or disable automatic restart of individual turbines
- Group turbines for auto stop and auto restart. SGRE recommends using SCADA to group ice sensor installed

turbines along with turbines on which ice sensors are not installed.

Ice parameters are set in the SCADA interface. Depending on requirements, ice parameters can be modified to configure new ice conditions through the SCADA interface. Below is a list of the parameters:

- **Ice Restart Delay:** Turbines that are stopped due to ice are restarted only if ice is not reported from the sensor during the “Ice Stop Delay” in seconds configured by the user.
- **Ice Stop Delay:** Turbines are stopped due to ice only if ice is detected on turbine(s) for more than the ice stop delay in seconds configured by the user.
- **Ambient Temperature Duration:** Duration in seconds for how long the ambient temperature for ice detection should be exceeded to restart the turbines which are stopped due to ice.
 - E.g. above 5°C for 600 seconds
- **Ambient Temperature Threshold:** This parameter defines the temperature which must be exceeded to restart turbines stopped due to ice detection.
 - E.g. above 5°C for 600 seconds
- **Ice Control Start Time and Ice Control End Time:** Configured turbines will be stopped due to ice detection when the actual time is between Ice Control Start Time and Ice Control End Time. When the current time falls outside the range specified in Ice Control Start Time and Ice Control End Time, the turbines are restarted.

The alarms are presented in the ‘Alarm log’ of the Web WPS SCADA interface.

From Time	To Time	Duration	Group	Station	Code	Description	Parameter	User	Comment
28-02-2012 - 08:54:04	28-02-2012 - 09:20:00	00:25:56	Turbine	T05	8210	Stopped, due to icing			
			Turbine	T01	8215	Ice has been detected			Add

Figure 3 - Presentation of alarms related to the ice detection system in Web WPS SCADA

23.2. Operation with Ice Strategy

23.2.1. Operation with Ice Strategy: Stop Turbine

Stopping the turbine is often used in scenarios where it is not safe to keep running the turbine during icing conditions, e.g. where potential wildlife, people or equipment can be damaged/hurt. Only if using the external sensor can this approach be seen as safe, as the external sensors are often mounted on the nacelle and will detect when ice is forming and not based on production as the “Low Power Curve Detection” and “No Cut In” features do.

Operation with Ice Strategy: Stop Turbine makes sure the turbine is stopped when ice is detected. Additional option is possible in combination with the stop: Yaw to Angle.

Regardless of how *Operation with Ice Strategy: Stop Turbine* is configured, it is possible to determine if the turbine should auto reset or manually reset. The following options exist for auto reset:

- A stopped turbine with an ice detection alarm is reset after X hours
- A stopped turbine with an ice detection alarm requires manual reset
- A stopped turbine with an ice detection alarm that is yawed to a specific angle due to safety constraints is reset after X hours
- A stopped turbine with an ice detection alarm that is yawed to a specific angle due to safety constraints requires manual reset

23.2.2. Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation

Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation provides customers with a way to optimize the wind turbine so that it continues operation when ice builds up on the blades and ice detection is triggered, thereby limiting shutdown events. By allowing continued operation, ice accumulates more slowly on the blades compared to if it were at a standstill. Therefore, the yield of production with ice buildup will increase due to adaptation/optimization to icing conditions through pitch angle and speed-power modification.

Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation offers a limited power production under managed loads and thereby reduces the turbines’ shutdown events. *Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation* is a wind turbine controller software functionality for optimizing performance, allowing the turbine to maintain operation in ice conditions.

When ice is detected via the LPDC or No Cut-in ice detection sources, *Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation* finds the optimal operational setup in order to maximize production by first modifying the speed power curve (as shown in Figure 4). *Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation* increases the rotor speed to avoid the blades stalling and the turbine from cutting out. The speed will not exceed nominal speed.

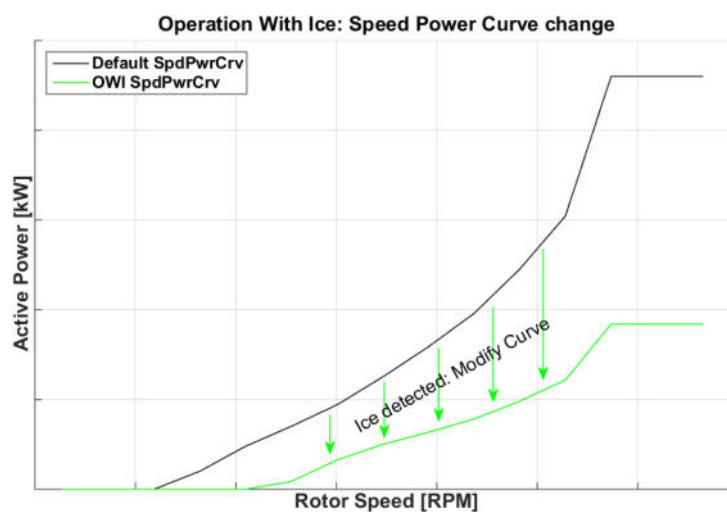


Figure 4: Illustration of OWI Speed-Power curve modification

Use of the *Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation* functionality may under certain conditions increase the noise emissions from the turbine, and the noise emissions may exceed the levels indicated in the turbine supply agreement. Any noise levels indicated or warranted in the turbine supply agreement shall not be applicable in the event of operation of the turbine with the *Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation* functionality activated.

It is the sole responsibility of the owner of the turbine to ensure that the turbine operating with *Operation with Ice Strategy: Adaptive Operation* functionality activated complies with any noise restriction applicable, irrespective of whether such limits follow from permits, legislation or otherwise. Siemens Gamesa accepts no responsibility for any violation of such limits.

Foundation design for Siemens Gamesa Wind turbines

Document ID and revision	Status	Status date (yyyy-mm-dd)	Language
GD051043 R7	Released	2022-10-27	en-US
Original or translation of		RDS-PP®	
Original			
File name			
GD051043 R7.docx			

Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 222, 48170, Zamudio, Vizcaya, Spain
 +34 944 03 73 52 – info@siemensgamesa.com – www.siemensgamesa.com

Disclaimer of liability and conditions of use

To the extent permitted by law, neither Siemens Gamesa Renewable Energy A/S nor any of its affiliates in the Siemens Gamesa group including Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. and its subsidiaries (hereinafter “SGRE”) gives any warranty of any type, either express or implied, with respect to the use of this document or parts thereof other than the use of the document for its intended purpose. In no event will SGRE be liable for damages, including any general, special, incidental or consequential damages, arising out of the use of the document, the inability to use the document, the use of data embodied in, or obtained from, the document or the use of any documentation or other material accompanying the document except where the documents or other material accompanying the documents becomes part of an agreement between you and SGRE in which case the liability of SGRE will be regulated by the said agreement. SGRE reviews this document at regular intervals and includes appropriate amendments in subsequent issues. The intellectual property rights of this document are and remain the property of SGRE. SGRE reserves the right to update this documentation from time to time, or to change it without prior notice.

INDEX

INDEX	2
TABLE INDEX.....	2
1 AIM	3
2 SCOPE	3
3 ABBREVIATIONS.....	3
4 INPUT FOR THE DESIGNER	3
5 OUTPUT FROM THE DESIGNER	4
6 MATERIALS	4
7 CALCULATION MODEL.....	5
8 VERIFICATIONS	5
9 REFERENCED DOCUMENTS	14

TABLE INDEX

Table 1. Overturning safety factor.	6
Table 2. Sliding safety factors for materials and resistance.	7
Table 3. Soil bearing safety factors for materials and resistance.	8
Table 4. Safety factors for piles resistance.....	9
Table 5. Safety factors for compressive ground resistance – cast in situ piles.	9
Table 6. Safety factors for tensile ground resistance – cast in situ piles.....	9
Table 7. Required verifications for the tower-foundation interface based in a bolts cage.....	14

1 AIM

This document contains the requirements to be met in the SGRE validation for wind turbine foundations designed by the client.

The foundation designer must ensure he/she is in possession of the latest version of this document.

2 SCOPE

This document is applicable to all SGRE wind turbines.

The following foundation characteristics are considered:

- Cast in place shallow foundations leaning on non-treated natural soil.
- Cast in place pile foundations leaning on non-treated natural soil.
- Rock anchor foundations
- Ordinary concrete with normal weight aggregates.
- Tower interface by means of welded section.
- Tower interface by means of anchor bolts.

The requirements for the design of other kinds of foundation should be previously agreed with SGRE.

3 ABBREVIATIONS

FEM: Finite Element Method.

SGRE: Siemens Gamesa Renewable Energy

4 INPUT FOR THE DESIGNER

The following information shall be provided by SGRE in a Foundation Loads Document:

4.1 LOADS

The following load cases shall be provided with their partial safety factors for each design load case:

- **FACTORED EXTREME LOADS:**
 - Maximum M_{xy} (factored) and contemporaneous components
 - Maximum M_z (factored) and contemporaneous components
- **UNFACTORED EXTREME LOADS** (Only applicable in case when soil bearing capacity verification is made under the approach of global safety factor):
- **CHARACTERISTIC/RARE LOADS** (N and T load cases without load factors) including:
 - Maximum M_{xy} and contemporaneous components.
- **QUASI-PERMANENT LOADS** (F load cases with occurrence probability higher than 1%) at tower base
 - Maximum M_{xy} and contemporaneous components
- **PERMANENT LOADS** (backfill weight, water buoyancy in case of phreatic level when applicable, pre-stress loads when applicable, etc.)
- **FATIGUE LOADS.** Markov matrix shall be provided if it is needed.
- **SEISMIC LOADS¹** where applicable.
- Any other applicable loads.

¹ The combination of seismic loads and other significant is called seismic loads in the current document

For DIBt design and certification, the applicable load cases stated according to DIN EN 1997-1 and DIN 1045 have equivalent ones within the list above. See [Ref 8].

4.2 TOWER INTERFACE

The tower interface specification document shall be followed in the foundation design. Foundation design must consider those aspects that are conditioned by the pre-defined tower interface (for example, pedestal concrete strength or foundation height compatible with threaded bars length).

4.3 GEOTECHNICAL DATA

Geotechnical data should be obtained from the specific geotechnical reports for the corresponding wind farm.

5 OUTPUT FROM THE DESIGNER

The following deliverables shall be submitted, by the designer to SGRE:

- Calculation Report.
- Drawings.

The relevant Geotechnical Data used to carry out the foundation design should be also included in the documentation provided to SGRE.

5.1 LANGUAGE

All the information submitted or provided by the designer to SGRE must be written in English.

5.2 CALCULATION REPORT

The following technical requirements should be satisfied by the foundation design and the relevant results will be included in the calculation report.

5.3 DRAWINGS

The designer shall deliver the drawings of the foundation design.

The design critical features must be included in the drawings (notes and figures needed for the execution).

Other information to be included:

- Reference to the SGRE document where the grounding installation is defined.
- Water-proof members for the welded section / pedestal joint and for the pedestal / main slab joint.
- Drain and suitable slopes at the pedestal top.
- Drainpipes from the drain to outside the foundation.
- Concrete dice to place the tubes of mid-voltage cables.
- Etc.

6 MATERIALS

Detailed information about the materials considered shall be included.

Foundation concrete strength classes lower than C30/37 according to [Ref 4] are not recommended. Strength classes lower than C25/30 according to [Ref 4] are not allowed.

Fluid concrete consistency for zones with high concentration of reinforcement shall be indicated.

Concrete characteristics as maximum aggregate size, exposure class (that must be coherent to the soil conditions specified in the geotechnical report), concrete cover, etc. shall be indicated.

The minimum cleaning concrete strength class allowed is C12/15 according to [Ref 4].

Yield limit (fyk) of reinforcing steel equal to 500 MPa is recommended. fyk lower than 400 MPa is not allowed.

In case of seismic region, the requirements for reinforcement of Class C according to Annex C in [Ref 4] shall be satisfied by the properties of the steel reinforcement adopted in the foundation design.

7 CALCULATION MODEL

Detailed information should be included.

An adequate FEM model shall be used. The interaction soil-foundation should be simulated.

Among others, the following aspects shall be clearly showed: finite elements type used, geometry, boundary conditions, material parameters, load values, interaction soil-foundation, post-processing, etc.

Analysis of discontinuity regions, for example the pedestal, from plate elements is not allowed. Strut and Tie model is recommended. Section 8.6 of this document includes the verifications to be carried out in the local area of the tower interface (D-region).

8 VERIFICATIONS

A complete sweeping of the load application hypothesis shall be carried out for all the verifications, depending on the load distribution, foundation geometry and reinforcement distribution (e.g.: parallel and diagonal loads in a square foundation, loads on a direction joining piles and loads on direction at mid-point between piles in a pile foundation).

As a rule of thumb, the value of the action F_z given by SGRE for the relevant load cases should be treated as a permanent load due to it represents basically the tower weight.

No pile-raft analysis is allowed for pile foundations. It shall be considered that the loads are totally transmitted to the piles, neglecting the contribution of the soil located under the bottom of the pile cap.

In case of foundations with groundwater, uncertain fluctuations of water table shall be taken into account considering, for each verification, the most unfavourable case between:

Water table below the foundation bottom (slab or pile cap).

Water table up to the highest water table level defined in the Geotechnical Report. The common practice is to consider water level up to ground level but when intermediate situations are given (phreatic level below ground level or backfill above ground level) additional measures (and so that further details in drawings) must be applied to assure that this situation will not be exceeded during the lifetime of the Wind Turbine.

Where seismic loads are applicable, the additional force due to the foundation mass acceleration shall be taken into account. When phreatic level is considered, the accelerated mass of the foundation and backfill must be considered as its real mass.

In seismic regions where liquefaction may occur, pile foundation shall be provided (shallow foundations are not allowed). The pile bases shall lean on soil layers located below the liquefiable ones. Those liquefiable layers shall be neglected in calculations.

8.1 BASIS OF DESIGN

The design of the structure shall be in accordance with a selected recognized series of standards or a reference standard. The series of standards or reference standards shall appropriately cover the necessary areas of the design of wind turbine support structures and where necessary be supplemented with additional requirements as specified in this document. In particular, the verification methods shall correctly account for the execution standards of this series to ensure a consistent design. The combination of standards from different series shall only be permitted if it has been verified that the combination does not reduce the reliability level.

The series of standards or reference standard shall comply with Annex A of [Ref 2]. The strictest requirement between local regulation and reference standard shall be used.

8.2 STABILITY AND SOIL ULTIMATE LIMIT STATES

Loads provided by SGRE shall be factored by the relevant partial safety factors for Ultimate Limit State in accordance with 7.6.2.1 in [Ref 1].

8.2.1 OVERTURNING

Overturning verification shall be carried out considering the foundation as a rigid solid.

The safety margin for the verification shall be greater than the minimum values for $\gamma_{Rd,overturning}$ according to the table below.

	$\gamma_{Rd,overturning}$
Soil material	1.1
Rock	1.0

Table 1. Overturning safety factor.

In case of this verification governs the foundation design, SGRE shall be informed in order to make a decision about the final design to be adopted.

8.2.2 SLIDING

Sliding verification consists on:

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} < \gamma_{Rd,sliding}$$

Where:

τ_{Ed} = Design value of shear stress acting at the soil-structure interface.

τ_{Rd} = Design values of sliding stress of soil in Ultimate State Limit (friction), including appropriate partial safety factor on material or resistance (both approaches acceptable).

Values of partial safety factors on material or resistance (both approaches acceptable) shall be in accordance with the following table:

Geotechnical parameter	Partial safety factors on material	Partial safety factor on resistance
Angle of internal friction, $\tan\Phi'$, for granular soils	1.25	1.0
Undrained shear strength, c_u , for cohesive soils	1.4	1.0
Sliding resistance, τ_{Rd}	1.0	1.2

Table 2. Sliding safety factors for materials and resistance.

The safety margin for the verification shall be greater than 1.0 under factored extreme loads and greater than 1.2 under seismic loads.

Angle of internal friction of the soil will be used according to the corresponding geotechnical report, considering 30° as a maximum value.

The beneficial effect of soil shearing and passive soil pressures around the edge of the base may be included if they can be well quantified and guaranteed by appropriate testing of soil parameters. By default, as conservative approach, the recommendation is to ignore them.

8.2.3 SOIL BEARING CAPACITY

The pressure distribution transmitted to the soil shall be obtained from the FEM model.

The designer must make sure about the safety factor used for obtaining the allowable pressure in the geotechnical report (γ_{press}). This factor should not be less than 2.0.

The uniform pressure transmitted to the soil through the foundation effective area shall be compared with the uniform allowable pressure. The bearing capacity shall take specific account of the effect of repeated loading

In addition, when the foundation is subjected to highly eccentric loading ($e > 0,3 \cdot B$), the maximum pressure transmitted to the soil (peak value) shall be compared with the maximum allowable pressure of the soil. If the geotechnical report provides only the uniform admissible pressure, the maximum admissible pressure may be considered 25% higher than the uniform admissible pressure

Ground rupture shall be verified with the following formula:

$$\frac{q_{Ed}}{q_{Rd}} < \gamma_{Rd, soil\ bearing}$$

Where:

- q_{Ed} = plastic (uniform) ground pressure based on eccentricity calculation and effective area
- q_{Rd} = design values for bearing capacity of soil in Ultimate Limit State, including appropriate partial safety factor for on material or resistance (both approaches acceptable).

The uniform pressure distribution transmitted to the soil (q_{Ed}) can be estimated by means of the effective area calculation (see [Ref 3]). However, when maximum pressure verification is needed (peak value) a FE model shall be made.

This verification it is recommended to be carried out by means of the method denoted as “Partial Safety Factors Approach”. Verifications made by the alternative method denoted as “Global Safety Factors Approach” can be accepted, since it has been a common practice since long time ago.

In addition, partial material safety factor can be applied on material parameters or either on soil resistance.

Both approaches are acceptable, but when considering the material parameters, the design allowable soil resistance must be calculated from any of the following:

- Real site values in geotechnical report (penetration tests)
- A recognized methodology. Acceptable methods are included in [Ref 3] and [Ref 6].

	Partial Safety Factors Approach		Global Safety Factors Approach
	Partial material safety factor on material	Partial material safety factor on resistance	
Loads	FACTORED EXTREME LOADS	FACTORED EXTREME LOADS	UNFACTORED EXTREME LOADS
Angle of internal friction, $\tan\Phi'$, for granular soils	1.25	1.0	1.0
Undrained shear strength, c_u , for cohesive soils	1.4	1.0	1.0
Bearing resistance, q_{RK} , based on ultimate bearing capacity	1.0	2.0	1.0
$\gamma_{Rd,soil\ bearing}$	1.0*	1.0*	2.6**

(*): In case of Seismic loads, $\gamma_{Rd,soil\ bearing}$ must be 1.1 (under this approach).

(**): In case of Seismic loads, $\gamma_{Rd,soil\ bearing}$ must be 2.2 (under this approach).

Table 3. Soil bearing safety factors for materials and resistance.

8.2.4 PILE VERIFICATIONS

Loads in piles heads shall be obtained from the FEM model. Analytical load distribution uniformly around all piles is only acceptable when the following conditions are given:

- Behaviour of the whole structure as a rigid solid (piles and pile cap)
- Geometric circular symmetry
- One unique row of piles at the same radial position

In case of downdrag (negative skin friction) can be expected according to the Geotechnical Report:

- Appropriate measures to avoid it shall be adopted (and shown in drawings), or
- Action due to downdrag shall be considered in every combination of loads as permanent load

When specific geotechnical information about downdrag is not available, additional measures to avoid it must be included in drawings.

The following failure modes shall be verified:

- Compressive ground resistance.
- Tensile ground resistance.
- Soil horizontal capacity.

Axial pile capacity based on shaft friction and/or end bearing and lateral capacity of the pile may be checked preferably by means of the Partial Safety Factors Method, verifications by the Global Safety Factors Method are acceptable but not recommendable. The safety margin for all the verification shall be greater than 1.0.

Partial Safety Factors Method:

- FACTORED EXTREME LOADS from the foundation Loads Document shall be considered
- The designer must make sure about the safety factors used for obtaining the shaft resistance, the base resistance and the horizontal capacity in the geotechnical report (γ_{shaft} , γ_{base} and γ_{horiz}). None of these factors should be less than the following values:

Verification by	¹ Pile type	Axial compressive resistance		Axial tensile resistance	Horizontal resistance
		γ_{base}	γ_{shaft}	γ_{shaft}	γ_{horiz}
² "c- ϕ method"	Driven	2.34	2.34	2.88	1.6
	Bored	2.88	2.34	2.88	1.6
³ PMT	Driven	1.50	1.50	1.84	1.6
	Bored	1.88	1.50	1.84	1.6
⁴ CPT	Driven	1.56	1.56	1.92	1.6
	Bored	1.92	1.56	1.92	1.6

¹ For other piles type, other factors can be used in accordance to [Ref 6].

² "c- ϕ method" (also known as A/Ground Model Method) is based on laboratory test and correlations with in-situ test measurements, most often the SPT N value.

³PMT is Pressure-meter Menard Test.

⁴CPT is Cone Penetration Test.

Table 4. Safety factors for piles resistance.

- The safety margin for the verification shall be greater than 1.0 under factored extreme loads and greater than 1.1 under seismic loads.

Global Safety Factor Method:

- Unfactored extreme loads and seismic loads shall be used.
- The designer must make sure about the safety factors used for obtaining the shaft resistance, the base resistance and the horizontal capacity in the geotechnical report (γ_{shaft} , γ_{base} and γ_{horiz}). None of these factors should be less than the following values:
- Compressive ground resistance: See the following table:

SAFETY FACTORS (γ_{shaft} , γ_{base}) FOR COMPRESSIVE GROUND RESISTANCE CAST IN SITU PILES		
PROCEDURE USED TO OBTAIN THE COMPRESSIVE GROUND RESISTANCE	UNFACTORED EXTREME LOADS	SEISMIC LOADS
SPT in granular soils	2.6	2.2
Based on static penetrometer	2.2	1.8
Based on DPSH and correlations	3.0	2.6
Based on unconfined compression strength of rock (only for piles embedded in rock)	2.6	2.2
Based on analytical formulas and tests to obtain angle of internal friction and un-drained shear strength of clay	2.6	2.2
Based on loading tests	1.7	1.5

Table 5. Safety factors for compressive ground resistance – cast in situ piles.

- Tensile ground resistance: See the following table:

SAFETY FACTORS (γ_{shaft} , γ_{base}) FOR TENSILE GROUND RESISTANCE CAST IN SITU PILES		
PROCEDURE USED TO OBTAIN THE COMPRESSIVE GROUND RESISTANCE	UNFACTORED EXTREME LOADS	SEISMIC LOADS
SPT in granular soils	3.7	3.1
Based on static penetrometer	3.1	2.6
Based on DPSH and correlations	4.3	3.7
Based on unconfined compression strength of rock (only for piles embedded in rock)	3.7	3.1
Based on analytical formulas and tests to obtain angle of internal friction and undrained shear strength of clay	3.7	3.1
Based on loading tests	2.4	2.1

Table 6. Safety factors for tensile ground resistance – cast in situ piles.

- Soil horizontal capacity: $\gamma_{horiz} \geq 2.6$ for unfactored extreme loads. $\gamma_{horiz} \geq 2.2$ for seismic loads.

8.2.5 ROCK ANCHORED FOUNDATIONS

This foundation derives its geotechnical resistance through bearing onto the rock surface.

The geotechnical ultimate limit state verification of this type of foundation includes Overturning, Ground Rupture–Rock Bearing Capacity and Sliding Verification.

8.3 STRUCTURAL ULTIMATE LIMIT STATES

The actuating forces for all the structural verifications shall be obtained from the FEM model.

FACTORED EXTREME LOADS included in the Foundation Load Document shall be used.

8.3.1 BENDING

Resistant bending moments shall be obtained taking into account the possible strain distributions in the Ultimate Limit State. Section 6.1 in [Ref 4] should be used.

Section 9.2.1.3 of [Ref 4] shall be considered.

All the critical cross sections must be studied. In case of hollow pedestal, the analysis of the circumferential reinforcement of the slab next to the void space is especially important.

8.3.2 SHEAR

Resistant forces shall be obtained according to Section 6.2 in [Ref 4].

The minimum amount of shear reinforcement required in the Reference Standard should be used even when it is not required to satisfy ULS requirements.

Therefore, Section 6.2.2 in [Ref 4] is not allowed to obtain the resistant forces.

In case of foundations with variable depth, the effect of the inclined chord shall be considered.

8.3.3 PUNCHING

Punching failure in the pile cap due to the piles shall be checked. Section 6.4 in [Ref 4] shall be used.

When the free distance between piles is less than $4d$, where d is the pile cap effective depth on the piles, shear failure (general procedure) in the pile cap due to the piles shall be verified instead of the punching specific one. Section 8.3.2 shall be applied.

8.3.4 ANCHORAGE LAPS AND DETAILING

Section 8 and Section 9 in [Ref 4] shall be applied.

In case of seismic region, under seismic loads, the anchorage length shall be increased in 10Φ from the values obtained according to the former paragraph, where Φ is the bar diameter.

Regarding the minimum reinforcement area to be provided (see 9.2.1.1 in [Ref 4]), alternatively where the acting bending moment is lower than the cracking bending moment, $A_{s,min}$ may be taken as 1.20 times the area required in ULS verification.

The pile vertical reinforcement shall reach the top reinforcement of the pile cap. That reinforcement should be provided with enough anchorage length by means of horizontal bend.

8.4 SERVICEABILITY LIMIT STATES

8.4.1 ROTATIONAL STIFFNESS

The terrain/foundation shall meet, under the quasi-permanent load combinations, the stiffness requirements provided in the Foundation Loads Document by SGRE.

The terrain/foundation stiffness for foundation design may be calculated from the FE model unless rigid behavior of the foundation can be proven or affection to WTG frequency is negligible.

Foundation stiffness values have to be determined applying simultaneously on a single load case all quasi-permanent loads (F_{xy}, F_z, M_{xy} and M_z). The output of this analysis will provide at the tower to foundation interface center point a rotation θ_{xy} and translation U_{xy} . Foundation stiffness values must be computed as:

$$\begin{aligned} \text{Foundation rotational stiffness} \quad K_{rot} &= \frac{M_{xy}}{\theta_{xy}} \\ \text{Foundation horizontal stiffness} \quad K_{hor} &= \frac{F_{xy}}{U_{xy}} \end{aligned}$$

to evaluate the fulfilment of SGRE stiffness specifications provided in Foundation Loads and Interfaces Document.

The different soil layers below the foundation can be considered as long as they can be assured according to geotechnical report.

As a general rule, for medium or good soils the shallow foundation stiffness requirement is limited to foundation rotational stiffness specification because the horizontal stiffness can be assumed as infinitely rigid. On foundation designs with low horizontal stiffness like shallow foundation in bad soils, piled, near-shore or uplift foundations the stiffness requirements will be extended to the combination of horizontal and rotational stiffness. On these special cases, the actual horizontal and rotational stiffness of the foundation must be higher than the horizontal and rotational stiffness pairs specified on SGRE Foundation Loads and Interfaces Document.

8.4.2 GROUND GAP

No ground gap may occur under the quasi-permanent load combinations, unless the following conditions are satisfied in accordance with [Ref 2]:

- The foundation geometry is not controlled by rotational stiffness requirements or, in cases where it is, the soil modulus has been accurately determined based on in-situ measurement of shear modulus (cone penetration test or shear wave velocity measurements).
- Compliance with foundation inclination and settlement criteria are not sensitive to loss of contact area.
- The absence of high or variable ground water conditions.
- Cyclic loading is not expected to lead to a significant reduction of soil modulus such that it governs the foundation geometry.
- The soil is identified as not susceptible to degradation of strength under repeated cyclic loading at the load levels being applied such that it governs the foundation geometry.

The rest of the unfactored load cases are permitted to cause ground gap only up to the centre of gravity of the bottom area of the foundation.

For pile foundations, no tensile force may occur in piles under the quasi-permanent load combinations.

For rock anchored foundations, there must be contact pressure around the whole perimeter of the foundation and at the rock anchor and 0,1 m from the outer edge of the anchor in accordance with [Ref 2].

The calculation of the gap between soil and foundation must be obtained by means of an appropriate FE model in order to simulate the foundation deformation.

8.4.3 SOIL SETTLEMENT

Soil settlement must consider instantaneous settlements (in general included in the aeroelastic model, in relation with dynamic behaviour of the soil and wind turbine) and permanent settlements caused by soil static strain.

Soil differential settlement higher than 3 mm/m is not allowed under the CHARACTERISTIC/RARE LOADS and static stiffness applied over the design lifetime of the system.

8.4.4 STRESS LIMITATION

Stress distribution in slabs, pile-caps and piles should be obtained from the FEM model.

Stress limitation in concrete must be checked according to section 7.2 in [Ref 4]:

- $0.6 \cdot f_{ck}$ must be assured under CHARACTERISTIC/RARE LOADS. It applies to the whole foundation, including the concrete located around the tower interface. In case of tower interface by anchor bolts, this paragraph is also applicable to the grout.
- $0.45 \cdot f_{ck}$ must be assured under PERMANENT LOADS if linear creep is assumed.

Stress limitation in steel must be checked according to section 7.2 in [Ref 4]:

- Tensile stress in the reinforcement shall be limited to $0.9 \cdot f_{yk}$ (according to section 5.8.4.3 of [Ref 7] under CHARACTERISTIC/RARE LOAD CASE in order to avoid inelastic strain, unacceptable cracking or deformation. It applies to the whole foundation, included the reinforcement around the tower interface.
- In case of tower interface by anchor bolts, this paragraph is also applicable to the anchor bolts after immediate loses (limit of $0.75 \cdot f_u$ under CHARACTERISTIC/RARE LOAD CASE).

In the absence of a specific data, designer can apply the following usual values range of the nominal working strengths (total load divided by section cross area) regarding “in situ” and “precast” concrete piles:

- 0,3 fck (characteristic concrete strength). Driven precast not prestressed concrete piles.
- 5,0-6,0 (*) MPa. Cast in situ piles. Execution with casing.
- 4,0-5,0 (*) MPa. Cast in situ piles. Dry construction or excavation with drilling fluid
- 4,0 MPa. Cast in situ piles. Continuous flight auger (CFA) piles with sensitive state-of-the-art instrumentation.

(*) Lower values of range to be applied in piles in soils and higher values for piles to rock.

The nominal working strengths values given previously should be compared under UNFACTORED EXTREME LOADS.

For a greater accuracy regarding the values of the nominal working strengths of the piles, designer should apply the standard of the studying area. As a guide, the calculation strength is obtained by applying large safety factors (3 or 4) to the characteristic strength. Maximum reduction is applied in “in situ” pile under groundwater while a minimum reduction is applied in the precast concrete piles.

In case of tower interface by means of welded section, the contribution of the connector-studs shall be neglected to obtain local stress distribution around the lower flange.

8.4.5 CRACK CONTROL

Calculation should be carried out according to Section 7.3 in [Ref 4].

The cracks widths defined by the local regulation in each case shall be reduced to take into account the dynamic loading condition of the Wind turbines.

8.4.6 PILE FOUNDATIONS

The design shall include specific consideration to ensure that the pile foundation satisfies the serviceability criteria over the design lifetime of the wind turbine. The serviceability criteria include:

- Compliance with the static and (if specified) dynamic rotational and lateral stiffness specified by SGRE.
- Control of maximum inclination and settlement of the foundation.
- Prevention of degradation of the soil bearing capacity of stiffness due to repeated or cyclic loading.

8.4.7 ROCK ANCHORED FOUNDATIONS

The design shall include specific consideration to ensure that the rock-anchored foundation satisfies the serviceability criteria over the design lifetime of the wind turbine. The serviceability criteria include:

- Foundation stiffness
- Inclination and Settlement
- Gap control

8.5 FATIGUE LIMIT STATES

Fatigue analysis methods shall use rain flow cycle counting (Markov matrixes), and the calculated fatigue damage due to different range levels shall be summed in the fatigue verification according to the Palmgren-Miner's rule.

If [Ref 4] has been selected as the basis design standard also [Ref 5] may be applied for design in the fatigue limit states. It is recommended to follow [Ref 4] for steel reinforcement and [Ref 5] for concrete.

8.6 TOWER-FOUNDATION INTERFACE

Local failure around the tower interface must be checked.

8.6.1 EMBEDDED STEEL SECTION

The following verifications should be carried out where tower interface by means of welded section is provided:

- Local failure below the lower flange.
 - Strut and tie models are recommended for the verification of this area, see Section 6.5 in [Ref 4]. As an alternative, punching verification according to Section 6.4 in [Ref 4] may be used
 - The contribution of the connector-studs shall be neglected.
 - The maximum compression force transmitted to the concrete may be considered, unless a more accurate method is used, as a uniform distribution on the radial direction. A relation 2H:1V from the flange top shall be applied across the flange depth to obtain the width of the pressure uniform distribution at the flange bottom.
 - A pressure linear distribution shall be considered in circumferential direction. Plastic redistribution of pressure may be considered in 1 meter in circumferential length.
- Pedestal reinforcement. If the lower flange is located above the main slab, the pedestal reinforcement shall be checked according to the former paragraph. If the lower flange is located inside the main slab, the pedestal reinforcement shall be checked by means of strut and tie models considering at least 30% of total forces are transmitted by the connector-studs located above the star bars.
- Fatigue verification for steel and for concrete shall be carried out around the lower flange.
- The capacity of the vertical reinforcement provided at the inner side of the shell shall not be less than the capacity of the vertical reinforcement provided at the outer side of the shell.

8.6.2 BARS CAGE

The following verifications should be carried out where tower interface by means of anchor bolts (when unbounded/non-adherent condition) is provided:

LIMIT STATE	VERIFICATION	LOAD CASE
ULS	Bars strength	FACTORED EXTREME LOADS
	Compression grout (f_{cd})	FACTORED EXTREME LOADS
	Compression pedestal concrete (f_{3cd})	FACTORED EXTREME LOADS
	Compression foundation concrete (f_{3cd})	FACTORED EXTREME LOADS
	Compression over lower anchorage flange (f_{3cd})	FACTORED EXTREME LOADS
	Upper template flange thickness	FACTORED EXTREME LOADS
	Lower anchorage flange thickness	FACTORED EXTREME LOADS
FLS	Compression grout ($f_{cd,fat}$)	FATIGUE LOADS
	Compression pedestal concrete ($f_{cd,fat}$)	FATIGUE LOADS
	Compression foundation concrete ($f_{cd,fat}$)	FATIGUE LOADS
	Compression over lower anchorage flange ($f_{cd,fat}$)	FATIGUE LOADS
	Damage in threaded bars	FATIGUE LOADS
SLS	Compression grout ($0.45 \cdot f_{ck}$)*	PERMANENT LOADS
	Compression pedestal concrete ($0.45 \cdot f_{ck}$)*	PERMANENT LOADS
	Compression foundation concrete ($0.45 \cdot f_{ck}$)*	PERMANENT LOADS
	Compression over lower anchorage flange ($0.45 \cdot f_{ck}$)*	PERMANENT LOADS
	Elastic behaviour of bolts ($0.75 \cdot f_u$)	CHARACTERISTIC/RARE LOADS
	Elastic behaviour of passive reinforcement ($0.9 \cdot f_{yk}$)	CHARACTERISTIC/RARE LOADS
	Compression grout ($0.6 \cdot f_{ck}$)	CHARACTERISTIC/RARE LOADS
	Compression pedestal concrete ($0.6 \cdot f_{ck}$)	CHARACTERISTIC/RARE LOADS
	Compression foundation concrete ($0.6 \cdot f_{ck}$)	CHARACTERISTIC/RARE LOADS
	Compression over lower anchorage flange ($0.6 \cdot f_{ck}$)	CHARACTERISTIC/RARE LOADS
PRELOAD	Minimum preload (decompression/opening)	QUASI-PERMANENT LOADS
	Minimum preload (40% capacity)	PRESTRESS LOADS
	Minimum preload (no gapping recommended)	FATIGUE LOADS

* if linear creep is assumed

Table 7. Required verifications for the tower-foundation interface based in a bolts cage.

Local failure above the lower anchorage flange due to the factored load cases. Strut and tie models are recommended. As an alternative, punching verification according to Section 6.4 in Reference [Ref 4] may be carried out, taking 1 meter in length of the lower anchorage flange. The centre of gravity of the perimeters of the shear reinforcement provided shall be located at a distance in horizontal equal to $d3 \cdot \tan 30^\circ$ from the centre of the lower anchorage flange, where $d3$ is the distance from the lower anchorage flange top to the reinforcement mentioned in the former paragraph (bursting).

9 REFERENCED DOCUMENTS

The referenced documents are listed below. They are ordered according to the hierarchy of standards.

- [Ref 1] IEC 61400-1: Part 1: Design requirements. Third edition.
- [Ref 2] IEC 61400-1: Part 6: Tower and foundation design requirements
- [Ref 3] Guidelines for Design of Wind Turbines – DNV/Risø.
- [Ref 4] EN 1992-1-1:2004 + AC: 2010: Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings.
- [Ref 5] fib Model Code for Concrete Structures 2010, 2013
- [Ref 6] EN 1997-1: 2004: Eurocode 7: Geotechnical Design – Part 1: General Rules.
- [Ref 7] DNVGL-ST-0126 Support Structures for Wind Turbines – Edition July 2018
- [Ref 8] DIBt 2012: Guideline for Wind Turbines. Actions and Stability Verifications for the Tower and Foundation.

Foundation loads T135-54A

SG 6.6-170

Document ID and revision	Status	Date (yyyy-mm-dd)	Language
D2916870/005	Approved	2023-02-02	en-US

Original or translation of
Original

File name
D2916870_005 SGRE ON SG 6.6-170 Foundation loads T135-54A/.pdf

Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 222, 48170, Zamudio, Vizcaya, Spain
+34 944 03 73 52 – info@siemensgamesa.com – www.siemensgamesa.com

Disclaimer of liability and conditions of use.

To the extent permitted by law, neither Siemens Gamesa Renewable Energy A/S nor any of its affiliates in the Siemens Gamesa group including Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. and its subsidiaries (hereinafter “SGRE”) gives any warranty of any type, either express or implied, with respect to the use of this document or parts thereof other than the use of the document for its intended purpose. In no event will SGRE be liable for damages, including any general, special, incidental or consequential damages, arising out of the use of the document, the inability to use the document, the use of data embodied in, or obtained from, the document or the use of any documentation or other material accompanying the document except where the documents or other material accompanying the documents becomes part of an agreement between you and SGRE in which case the liability of SGRE will be regulated by the said agreement. SGRE reviews this document at regular intervals and includes appropriate amendments in subsequent issues. The intellectual property rights of this document are and remain the property of SGRE. SGRE reserves the right to update this documentation from time to time, or to change it without prior notice.

Table of contents

1. Purpose.....	2
2. Design code information	2
3. Loads	2
4. Dynamic stiffness requirements.....	4
5. Static stiffness requirements.....	5
6. Tower access ladder.....	6
7. Tower interface	6
8. Abbreviations and definitions.....	7

1. Purpose

This document presents the design requirements to be applied for the design of SG 6.6-170 T135-54A foundation.

The foundation designer must ensure he/she is in possession of the latest version of this document.

2. Design code information

The foundation loads are calculated according to the design code & different climate conditions shown in below Table.

Description	Unit	Value
Design code	-	IEC 61400-1 Ed4
IEC Class	-	S
Design lifetime according to IEC	years	25

Table 1 Design code information and climatic conditions

Foundation design loads are calculated according WTG load document **Error! Reference source not found..**

The foundation design must fulfill IEC 61400-6 design requirements.

This document is prepared for certification processes according to IECRE OD-501, including OD-501-3, IECRE OD-502 and IEC 61400-22.

3. Loads

3.1. Coordinate system

The axis system used for presentation of the tower bottom loads is depicted in the following picture:

Tower coordinates x , y , and z are provided in a three-dimensional right-handed Cartesian coordinate system with origin at the tower bottom, $z=0$ (Figure 1). The axis (x,y) are defined in a horizontal plane, where (z) is the vertical axis pointing downwards. The x -axis is positive to the left when seeing the turbine from the front and the y -axis is positive in the down-wind direction. The following load components are defined

- F_x Shear force along x -axis, [kN]
- F_y Shear force along y -axis, [kN]
- F_{xy} Resulting shear force of F_x and F_y , [kN]
- F_z Normal force along z -axis, [kN]
- M_x Bending moment around x -axis, [kNm]
- M_y Bending moment around y -axis, [kNm]
- M_{xy} Resulting bending moment of M_x and M_y , [kNm]
- M_z Torsional moment around z -axis, [kNm]



Figure 1 Coordinate system

3.2. Second order effects on loads

The second order effect on loads has been taken into consideration in accordance with IEC 61400-6 section 5.4.10 loads due to geometric tolerances and elastic deflections. SGRE has considered an inclination of:

- 5mm/m: due to tower manufacturing errors and thermal effects
- 3mm/m: due to differential settlement and uneven subsidence
- 3mm/m: due to difference between static and dynamic foundation rotational stiffness

The total magnitude of second order moments (ΔM_{xy}) for this WTG is 6924 kNm. According to IEC 61400-6 these additional second order effects loads shall be considered in foundation Ultimate limit state analysis. Load tables contained on this document explicitly add these secondary bending moments when applicable.

3.3. Extreme load

The extreme loads for the design of this WTG foundation are shown in the following table. Each load case includes the Partial Safety Factor (PSF) for load according to IEC 61400-1 Ed.4 section 7.6.2.2.

Load case	DLC Type	Load factor	F_{xy} (kN)	F_z (kN)	M_{xy} (kNm)	$M_{xy} + \Delta M_{xy}$ (kNm)	M_z (kNm)
ULS without Psf	A	1.0	1563	7692	214661	221585	1612
ULS with Psf	A	1.1 0.9	1719	8440 6905	236127	243051	1773
ULS with Psf (Torsion)	N	1.35/1.1* 0.9	589	8268 * 6765	68440	75364	17729

Table 2 SG 6.6-170 T135-54A Factored/Unfactored Extreme loads at base of the tower

* F_z load sensor includes IEC 61400-1 Ed.4 gravity load correction factor for Normal (N) load cases, PSF=1.1, the rest of the load sensors F_{xy} , M_{xy} and M_z have been obtained with PSF varying between 1.1 to 1.35.

The loads provided by SGRE as “Extreme Loads” in this section are the maximum static loads for the specific wind turbine calculated according to IEC 61400-1 standard for each site class. These loads must not be combined with any other type of load. They include the dynamic behavior of the structure and correspond to the most unfavorable case at the base of the wind turbine among the different load cases, according to IEC 61400-1. Therefore, the loads provided by Siemens Gamesa as “Extreme Loads” are directly the foundation design loads.

3.4. Characteristic load

S1 SLS Characteristics loads according to IEC 61400-6 (maximum M_{xy} bending moment load combination of groups N, E and T according to IEC 61400-1) are summarized in the following table:

Load case	Load factor	F_{xy} (kN)	F_z (kN)	M_{xy} (kNm)	M_z (kNm)
Characteristic without Psf	1.0	1196	7781	168688	-1185

Table 3 SG 6.6-170 T135-54A Characteristics Loads at the base of the tower

3.5. Quasi-permanent load

S3 SLS 10^{-2} frequent load case according to IEC 61400-6. IEC 61400-1 F load cases considering a probability of exceedance of $pf = 10^{-2}$ (equivalent to 87.5 h in 1 year) with $\gamma_F = 1.0$ have been estimated as shown in the next table:

pf=0.01000	Tower loads at section			
Section Height from bottom (m)	F_{xy} (kN)	F_z (kN)	M_{xy} (kNm)	M_z (kNm)
0	1001	7797	138220	4689

Table 4 SG 6.6-170 T135-54A Quasi Permanent Loads at the base of the tower

3.6. Fatigue load

The equivalent fatigue loads are provided for the design foundations in the following table, calculated for 10^7 cycles:

Load factor	m	F_y (kN)	F_z (kN)	M_x (kNm)	M_z (kNm)
1	4	584	174	44384	8824
1	7	559	156	58816	9388

Table 5 SG 6.6-170 T135-54A equivalent fatigue loads at the base of the tower for 3A - 20yrs life

In the above table, the "m" values correspond to the Wöhler gradient, which has a value of $m=4$ for embedded steel and $m=7$ for reinforcement in reinforced concrete.

The following table shows the mean fatigue loads for the design of the mentioned WTG foundation:

Load Factor	F_y (kN)	F_z (kN)	M_x (kNm)	M_z (kNm)
1	551	7962	78194	1132

Table 6 SG 6.6-170 T135-54A Mean Fatigue Loads at base of tower

The Markov Matrix to be used for the fatigue verifications of S-25 years in **Error! Reference source not found..**

4. Dynamic stiffness requirements

The foundation must meet the dynamic stiffness requirements specified by SGRE for each wind turbine, so that the turbine operates correctly at the natural frequency of the entire unit. Stiffness requirements are defined specifying minimum foundation rotational stiffness ($K_{rot,min}$) and minimum foundation horizontal stiffness ($K_{hor,min}$) pairs. The actual rotational and horizontal stiffness of the foundation must be higher than the combination of values defined on the following table:

SG 6.6-170 T135-54A										
Krot,min [Nm/rad]	1.0E+11	1.0E+11	1.0E+11	1.1E+11	1.3E+11	1.9E+11	3.3E+11	5.6E+11	1.2E+12	1.0E+14
Khor,min [N/m]	1.0E+13	3.3E+09	5.1E+08	1.4E+08	4.3E+07	2.1E+07	1.5E+07	1.2E+07	1.1E+07	1.0E+07

Table 7 SG 6.6-170 T135-54A Minimum dynamic foundation stiffness requirements

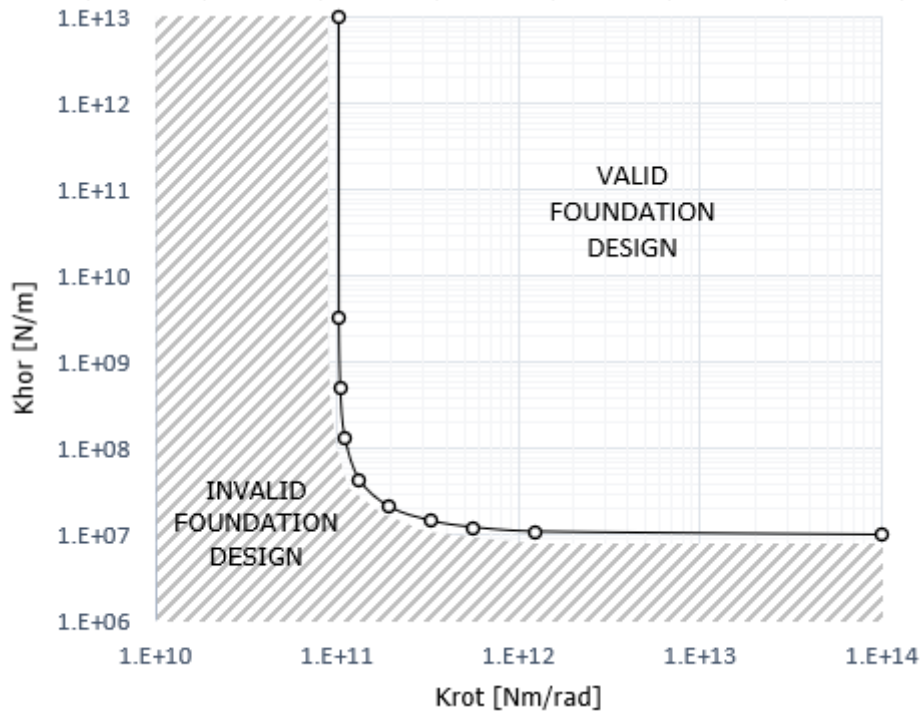


Figure 2 SG 6.6-170 T135-54A Minimum foundation dynamic stiffness requirements

If these dynamic requirements are not met, the SGRE loads provided for the foundation design will not be valid.

5. Static stiffness requirements

The foundation design must fulfill the minimum static rotational stiffness requirements specified by SGRE for each wind turbine to be verified for S1 load level according to IEC 61400-6:

SG 6.6-170 T135-54A	
Minimum static rotational stiffness (Nm/rad)	5.62 E+10

Table 8 SG 6.6-170 T135-54A Minimum static rotational stiffness

6. Tower access ladder

Maximum loads for the access ladder at the bottom support due to self-weight and live load is 18 kN (per leg).

To guarantee proper integration between foundation terrain level and tower access ladder, H, L and W values must be the ones below according to:

- L = 6319 mm
- H = 295 mm
- W = 1400 mm

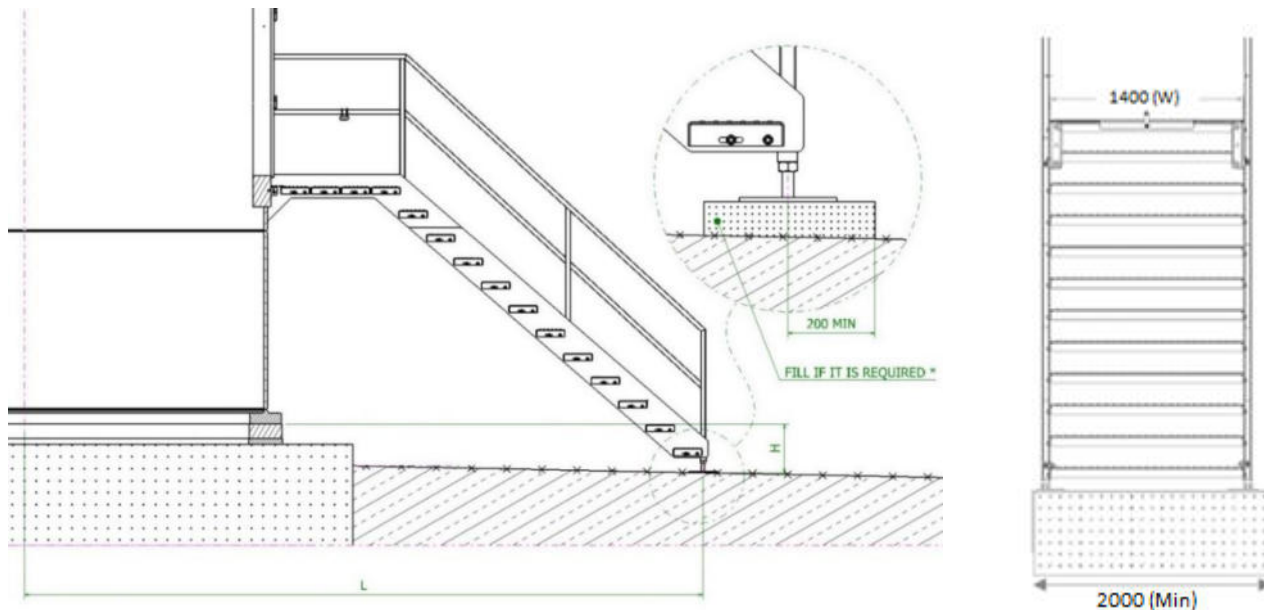


Figure 3 Refill terrain level

7. Tower interface

The SG 6.6-170 T135-54A tower to foundation interface is a tower bottom T-flange with the following dimensions

Flange thickness without neck (mm)	tf	93
Flange width (mm)	wf	350
Neck shell thickness (mm)	ts	67.4
BCD diameter (Inner) (mm)	Dcb	4630
BCD diameter (Outer) (mm)	Dcbo	5070
Neck shell center diameter (mm)	Dmean	4850
Bolt holes diameter (mm)	Dh	56
Number of bolts / Row	nmet	108
Number of Rows	nrow	2
Bolt metric (mm) & Grade	met	M48 & 10.9

Table 9 SG 6.6-170 T135-54A Tower bottom T-Flange dimensions

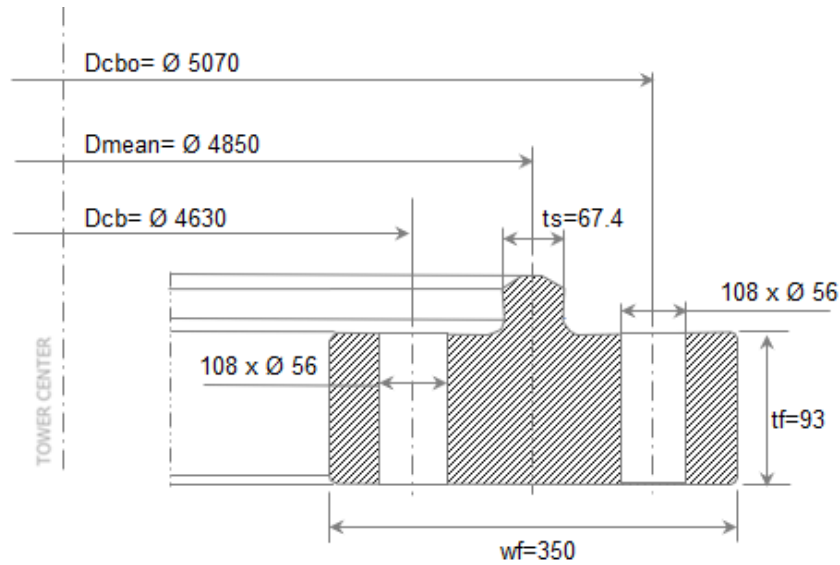


Figure 4 SG 6.6-170 T135-54A Tower bottom T-Flange dimensions

The joint between SG 6.6-170 T135-54A tower and foundation shall be performed using SGRE design of post-tensioned bars cage with distribution plate according to **Error! Reference source not found.** .

The bars cage minimum initial preload should be 640 kN.

8. Abbreviations and definitions

Abbreviation	Description
Krot,min	Minimum foundation dynamic rotational stiffness
Khor,min	Minimum foundation horizontal stiffness

Generic Site Roads and Hardstands requirements

SG 6.0-170

Document ID and revision	Status	Date (yyyy-mm-dd)	Language
D2165151/006	Approved	2020-12-13	en-US

Original or translation of
Original

File name
D2165151_006- Site roads and Hardstands SG 6.0-170.docx/.pdf

Updates made since the previous revision
Migrated to new templated. For further details see document history section.

Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. Parque Tecnológico de Bizkaia, Edificio 222, 48170, Zamudio, Vizcaya, Spain
+34 944 03 73 52 – info@siemensgamesa.com – www.siemensgamesa.com

Disclaimer of liability and conditions of use

To the extent permitted by law, neither Siemens Gamesa Renewable Energy A/S nor any of its affiliates in the Siemens Gamesa group including Siemens Gamesa Renewable Energy S.A. and its subsidiaries (hereinafter “SGRE”) gives any warranty of any type, either express or implied, with respect to the use of this document or parts thereof other than the use of the document for its indented purpose. In no event will SGRE be liable for damages, including any general, special, incidental or consequential damages, arising out of the use of the document, the inability to use the document, the use of data embodied in, or obtained from, the document or the use of any documentation or other material accompanying the document except where the documents or other material accompanying the documents becomes part of an agreement between you and SGRE in which case the liability of SGRE will be regulated by the said agreement. SGRE reviews this document at regular intervals and includes appropriate amendments in subsequent issues. The intellectual property rights of this document are and remain the property of SGRE. SGRE reserves the right to update this documentation from time to time, or to change it without prior notice.

Table of contents

Document history	5
1. Aim and scope	7
2. Definitions and acronyms	8
3. Description	9
3.1. Roads	9
3.1.1. Reference legislation	9
3.1.2. Design of the windfarm internal roads.....	9
3.1.3. Road composition and structure.....	10
3.1.4. Road width.....	12
3.1.5. Turning Radii – General	14
3.1.6. Gradients and grade changes	15
3.1.7. Passing areas and turning points	17
3.1.8. Drainage	18
3.2. Hardstand composition and structure.....	18
3.2.1. Hardstand design	19
3.2.2. Bearing capacity	19
3.2.3. Hardstand composition and structure.....	20
3.2.4. Hardstand gradients	21
3.2.5. Hardstand dimensions.....	21
3.2.5.1. T100m-T101.5 tubular steel tower Hardstand with strategy 3	23
3.2.5.2. T100m-T101.5m tubular steel tower Hardstand with strategy 4	26
3.2.5.3. T115m tubular tower Hardstand with strategy 3	29
3.2.5.4. T115m tubular steel tower Hardstand with strategy 4.....	32
3.2.5.5. T135m tubular steel tower Hardstand with strategy 3.....	35
3.2.5.6. T135m tubular steel tower Hardstand with strategy 4.....	38
3.2.5.7. T145m steel tower Hardstand with strategy 3.....	41
3.2.5.8. T145m tubular steel tower Hardstand with strategy 4.....	44
3.2.5.9. T165m tubular steel tower Hardstand with strategy 3.....	47
3.2.5.10. T165m tubular steel tower Hardstand with strategy 4.....	50
3.2.6. Requirements for tower assembly with T-flange configuration between section 1 and 2.....	53
3.2.7. Requirements for assembly the main crane.....	54
3.3. Safety distance from power lines.....	56
4. Additional documentation	57
5. Annexes	57
5.1. Weights and dimensions for SG 6.0-170.....	57
5.2. Transport requirements	60
5.3. Quality tests and requirements for civil works projects	60
5.4. Legislations.....	60

Table index

Table 1 WTG models	7
Table 2 SGRE strategies	7
Table 3 components of each strategy	8
Table 4 Acronyms and definitions	9
Table 5 Minimum road width in access and internal roads	12
Table 6 Gradients and grade changes	15
Table 7 Load- bearing capacity (kg/cm ²)	19
Table 8 Hardstand gradients (%).....	21
Table 9 Installation area codes and description	22
Table 10 Dimensions of the areas of model T100m-101.5m with strategy 3 – Tailing crane offloading.....	23
Table 11 Dimensions of the areas of model T100m-T101.5m with strategy 4 – Tailing crane offloading	26
Table 12 Dimensions of the areas of model T115m with strategy 3 – Tailing crane offloading	29
Table 13 Dimensions of the areas of model T115m strategy 4 – Tailing crane offloading	32
Table 14 Dimensions of the areas of model T135m strategy 3 – Tailing crane offloading	35
Table 15 Dimensions of the areas of model T135m with strategy 4 – Tailing crane offloading	38
Table 16 Dimensions of the areas of model T145m with strategy 3 – Tailing crane offloading	41
Table 17 Dimensions of the areas of model T145m with strategy 4 – Tailing crane offloading	44
Table 18 Dimensions of the areas of model T165m with strategy 3 – Tailing crane offloading	47
Table 19 Dimensions of the areas of the model T165m with strategy 4 – Tailing crane offloading	50
Table 20 Requirements for assembly the main crane	54
Table 21 3.3 Safety distance from power lines to work areas	56
Table 22 Weights and dimensions of T100m	57
Table 23 Weights and dimensions of T101.5	57
Table 24 Weights and dimensions of T115m	58
Table 25 Weights and dimensions of T135	58
Table 26 Weights and dimensions of T145	59
Table 27 Weights and dimensions of T165 MB.....	59
Table 28 Weights and dimensions of Nacelle	59
Table 29 Weights and dimensions of full drive train	59
Table 30 Weights and dimensions of HUB.....	59
Table 31 Weights and dimensions of Blades	59
Table 32 Weights and dimensions of Transformer unit	60
Table 33 Weights and dimensions of Generator	60

Figure index

Figure 1 Minimum road width in access and internal roads	13
Figure 2 Turning radius at the curve.....	14
Figure 3 Transitions between gradient changes.....	16
Figure 4 The most restrictive transport and its respective KV	17
Figure 5 Turning point geometry suggestion	18
Figure 6 Model T100m-T101.5m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	24
Figure 7 Model T100m-T101.5m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases	25
Figure 8 Model T100m-101.5m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase.....	27
Figure 9 Model T100m-101.5m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases.....	28
Figure 10 Model T115m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	30
Figure 11 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases	31
Figure 12 Model T115m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	33
Figure 13 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases	34
Figure 14 Model T135m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	36
Figure 15 Model T135m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases.....	37
Figure 16 Model T135m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	39
Figure 17 T135m – Partial storage with strategy 4 in 2 phases	40
Figure 18 Model T145m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	42
Figure 19 Model T145m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases	43
Figure 20 Model T145m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	45
Figure 21 Model T145 – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases	46
Figure 22 Model T165m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	48
Figure 23 Model T165m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases	49
Figure 24 Model T165m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	51
Figure 25 Model T165m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases	52
Figure 26 Example of hardstand layout and access road/ramp	54
Figure 27 Distribution areas for main crane boom assembly	55

Document history

Revision:	Change notes	Responsible
002	<ul style="list-style-type: none"> - Transfer to PCD template and updates for SRD floating gate - Small changes for clarification implemented (e.g. self-off-loading tower section clamp system not considered) - Hardstand layouts updated - Section 3.2.4.1 added (T-flange requirements) - Section 7.2 added (Turning radii..) 	Christian Kielhorn
003	<ul style="list-style-type: none"> - Include table and figure index - 1.Aim and Scope excluded T100 from - 2. Definitions and acronyms <ul style="list-style-type: none"> • Auxiliary crane → Pre-installation crane • Retention crane → Tailing crane • Pneumatic crane → Mobile crane • Mobile crane divided into Telescopic and Lattice mobile crane • Remove Tower crane Each previous change uploaded in the document - 3.1.2. Road composition and structure: <i>maximum load to minimum load</i> - 3.1.3. Road width: complete dimensions in section diagrams - 3.1.4. Turning radii – General: change of figures and description - 3.1.5 Gradients and grade changes update value KV, new requirement transition gradient changes. - 3.1.6. Intersection and turning areas <ul style="list-style-type: none"> • Change of title to passing areas and turning points • Add HSE conditions and reverse manoeuvre - 3.1.7. Drainage - 3.2.4. Hardstand dimensions <ul style="list-style-type: none"> • Change introduction note transferred from the Annex. • Qs definition table • Change format of dimension table (depending on Qs) followed by sketches. • Change bearing capacity to legend in each sketch • Add self-offloading platforms STG 03 and STG 04 • Remove JIT hardstands and its dimensions in the tables - 4.2.6. Requirements for assembly the main crane: table updated - 5. Work execution control plan removed - Component weight updated in Annex 1 - Section 7.2 changed (Turning radii..) to Section 5.2 Transports requirements. 	Soares, Keith
004	<ul style="list-style-type: none"> - Include table and figure index - 2. Definitions and acronyms <ul style="list-style-type: none"> • Auxiliary crane → Pre-installation crane • Retention crane → Tailing crane • Pneumatic crane → Mobile crane • Mobile crane divided into Telescopic and Lattice mobile crane • Remove Tower crane Each previous change uploaded in the document 	Soares, Keith

	<ul style="list-style-type: none"> - 3.1.2. Road composition and structure: <i>maximum load to minimum load</i> - 3.1.3. Road width: complete dimensions in section diagrams - 3.1.4. Turning radii – General: change of figures and description - 3.1.5 Gradients and grade changes update value KV, new requirement transition gradient changes. - 3.1.6. Intersection and turning areas <ul style="list-style-type: none"> • Change of title to passing areas and turning points • Add HSE conditions and reverse manoeuvre - 3.1.7. Drainage - 3.2.4. Hardstand dimensions <ul style="list-style-type: none"> • Change introduction note transferred from the Annex. • Qs definition table • Change format of dimension table (depending on Qs) followed by sketches. • Change bearing capacity to legend in each sketch • Add self-offloading platforms STG 03 and STG 04 • Remove JIT hardstands and its dimensions in the tables - 4.2.6. Requirements for assembly the main crane: table updated - 5. Work execution control plan removed - Component weight updated in Annex 1 - Section 7.2 changed (Turning radii.) to Section 5.2 Transports requirements. 	
005	<ul style="list-style-type: none"> - Document format updated. 	Soares, Keith
006	<ul style="list-style-type: none"> - 1. Aim and scope: <ul style="list-style-type: none"> • Updated machine power • Updated tables with new tower models. - 3.1.2. Included Design of the windfarm internal roads - 3.1.3. Road composition and structure: <ul style="list-style-type: none"> • Updated requirements. • Included the complementary documentation for Quality requirements. - 3.1.4 Road Width: <ul style="list-style-type: none"> • new note about the minimum road width requirement per region/project. - 3.2 Hardstands: Reviewed the general requirements. - 3.2.1 Hardstand design: new requirements for the hardstands design. - 3.2.2. Bearing capacity: Updated table with new tower models. - 3.2.3 Hardstand composition and structure: updated the requirements. - 3.2.3. Hardstand dimensions: updated the table according to the new tower models. - 3.2.4. Hardstand dimensions <ul style="list-style-type: none"> • Remove self-offloading platforms STG 03 and STG 04 - 3.2.5. Requirements for assembly the main crane: updated. 	Soares, Keith

	<ul style="list-style-type: none"> - 5.1. Weights and dimensions for SG 6.0-170: updated. - 5.2. Transport requirements: Updated info. - 5.3. Quality tests and requirements for civil works projects: included a new referenced documentation. 	
--	--	--

1. Aim and scope

The aim of this specification is to describe the minimum geometrical requirements of the roads and platforms required for a safe component transportation and assembly of the wind turbines. Additionally, it includes the minimum deliverables that will be needed from SGRE to start with the transportation and erection works. The scope includes all W.F. with the following WTG models and erection strategies:

Tower	No. of tubular steel section	Power	Blade
T100	6	6.2	SG170
T101.5	6	6.2	
T115	5	6.2	
T135	6	6.2	
T145	8	6.2	
T165MB	3	6.2	

Table 1 WTG models

Tower	STG3	STG4 (SGRE Standard)
T100	✓	✓
T101.5	✓	✓
T115	✓	✓
T135	✓	✓
T145	✓	✓
T165MB	✓	✓

Table 2 SGRE strategies

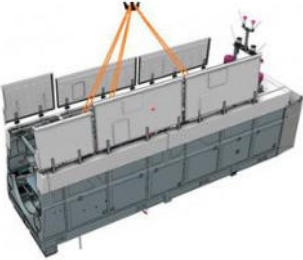


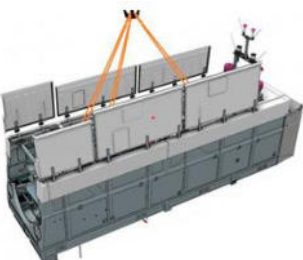



Strategy	Nacelle	DT	Hub	Blade
Strategy 3	Modular 	DT/Hub 		Blade To Blade (SBI) 
Strategy 4	Modular 	DT 	Hub 	BladeTo Blade (SBI) 

Table 3 components of each strategy

Note:

This specification sets a guide to be followed for the design and construction of a wind farm civil engineering project. The project undertaken in accordance with this specification must be reviewed and approved by SGRE prior to execution. However, the civil designer is solely responsible for making sure that the design complies with this specification, the contract requirements and local norms and standards.

2. Definitions and acronyms

Acronyms	Definition
SGRE	Siemens Gamesa Renewable Energy
Main crane	Capable of lifting any component to the highest point of the wind turbine.
Pre-installation crane	Used for installing elements at the lower part of the tower.

Tailing crane	Supports the main and pre-installation crane for mounting and unloading components.
Mobile crane	Telescopic mobile crane
	Lattice boom mobile crane
NTC	Narrow-Track Crane
WTC	Wide-Track Crane
Intermediate hardstand	The work area for wind turbine assembly is parallel and close to the internal roads of the wind farm.
End-of-road hardstand	Work area for wind turbine assembly at the end of internal wind farm roads.
Wind farm access roads	These roads do not pass by asphalt roads and they are used to transport components and disassembled cranes.
Wind farm internal roads	Roads that pass between wind turbines for the transportation of components and with the capacity for transporting cranes.
SP	Standard Proctor
MP	Modified Proctor
WTG	Wind Turbine Generator

Table 4 Acronyms and definitions

3. Description

3.1. Roads

3.1.1. Reference legislation

The legislation of the corresponding country on the design of civil engineering must be applied. If there is no such legislation, the legislation given as a reference in the annexes should be followed as a guide.

3.1.2. Design of the windfarm internal roads

In case there is no legislation for the road design the dimensioning of the road pavement should be based on the AASHTO method for roads with a low volume of traffic (Part 2, Chapter 4). This methodology is based on an empirical formula that relates the characteristics of the pavement layers with their performance, in order to determine whether the road pavement section will be capable of bearing the traffic loads to which it will be applied.

The design of the road and the geotechnical report will be provided to Siemens Gamesa together with the quality control of the roads during the handover of the civil works and before starting with the transportation and the erection process.

3.1.3. Road composition and structure

Wind farm access roads must support a **minimum load** of 12t per axle corresponding to the transportation of wind turbine elements and crane elements.

Internal wind farm roads must support a **minimum load** of:

- Without mounted crane movement:
 - 1.4 kg per cm² in the case of crawler cranes (NTC and WTC).
 - 22.5t per axle in the case of mobile cranes.
- With mounted crane movement:
 - 2.45 kg per cm² in the case of crawler cranes (NTC and WTC).
 - 22.5t per axle in the case of lattice boom mobile cranes.
 - 24.5t per axle in the case of telescopic mobile cranes.
 - 14.7t per axle in the case of pre-installation telescopic mobile cranes.

The dimensions of the roadbed must be in accordance with the number of WTGs at the wind farm, allowing for the number of transport vehicles per WTG.

Tests must be carried out on the material used for the subgrade and for the roadbed, in order to control the compaction of the different layers and ensure that the civil works are correctly executed. The quality control and the requirements for the civil works design is defined according to the **5.3 Quality tests and requirements for civil works plan projects**.

With the trace material, once analyzed, suitable compaction means must be used to find a subgrade of enough elasticity modulus value. The elasticity module will be measured from the compressibility module of the second cycle of the loading plate test as per DIN 18134 (or in its absence, NLT-357), the acceptance criteria will be indicated in the road section design.

The dry density required after compaction for the different types of materials forming the roadbed is 98% of that obtained in the PM test or above.

Fill material will be compacted in layers to a maximum thickness of 30 cm to ensure the effectiveness of the machinery along the entire section.

Where expansive material (expansive clay, etc.) or loose soil conditions are indicated in the geotechnical report, the use of geosynthetics is strongly recommended (at least with the soil reinforcement and separation functions).

The elasticity module of the finished roadbed must be measured based on the compressibility module of the second cycle of the load plate test as per DIN 18134 (or in its absence, NLT-357), and the result must never be less than $E_{v2}=80$ MPa (*). Likewise, the relation between the first and second load cycle must be less than 3.

(*) In countries where the load plate is not usually used, use the following relationship to obtain the acceptance criteria for the roadbed built:

$$E = \frac{\pi \cdot (1 - \nu^2)}{3} \cdot E_{v2}$$

$$E = \pi \cdot (1 - \nu^2) \cdot E_{v2}$$

- E: elasticity module
- ν : Poisson's ratio
- E_{v2} : second plate loading test cycle compressibility module

Additionally, remember that the dry density required after compaction for the different types of materials forming the roadbed is 98% of that obtained in the MP test or above.

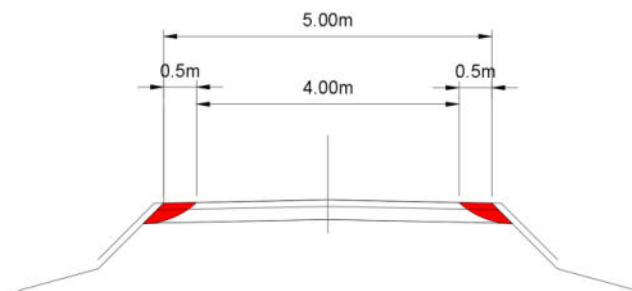
3.1.4. Road width

The road width will vary for curves according to the following section "Turning Radii"

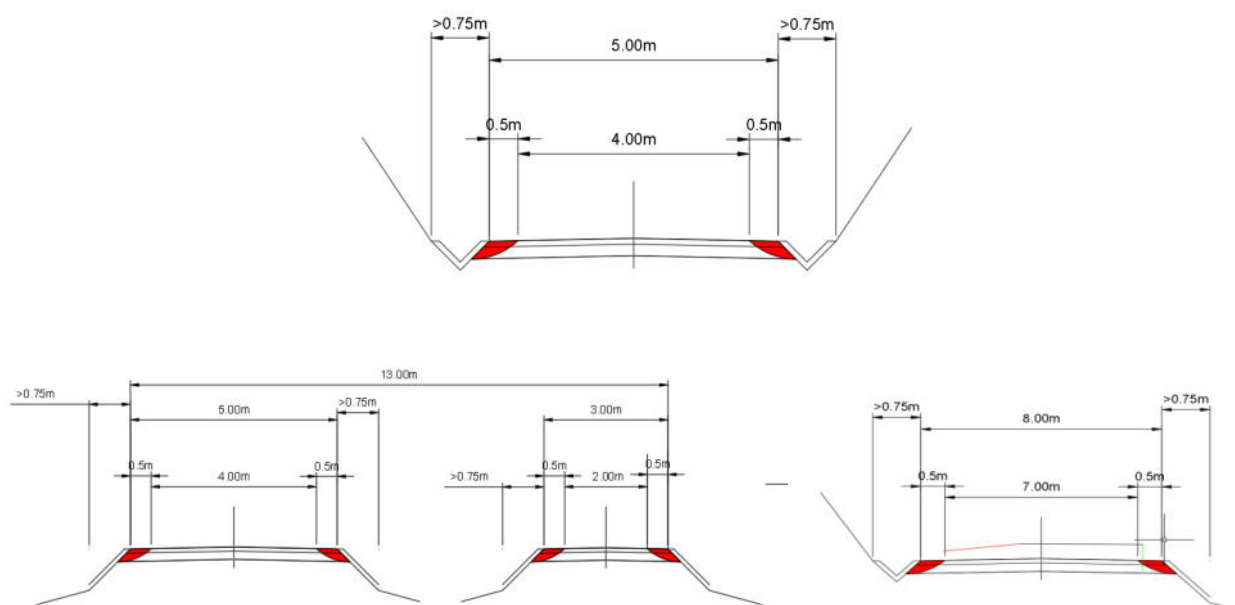
Minimum road width	
A. Wind farm access road transportation of components	As a minimum and usable 4.0m* + 2 x 0.50m free of obstacles
B. Internal wind farm road with crane movement	Pneumatic Crane As a minimum and usable 4.0m + 2 x 0.75m free of obstacles
	WTC <ul style="list-style-type: none"> • Usable 12 to 14m* • 4m + 3m parallel tread (making 12 to 14 m)
	NTC As a minimum and usable 7m
C. Access road to the wind farm Transportation of components and Internal roads of the wind farm without crane movement. (Wind Farms in the United States)	As a minimum and usable 5m + 2 x 0.8m free of obstacles
<p>Note:</p> <p>Usable m (meters) - Space capable of bearing the loads to which the road will be submitted without the risk of caving-in, sliding or sinking. Furthermore, the last 50cm prior to the curbs on these roads (not included in the usable meters) are not valid for withstanding weights, due to the danger of horizontal creep of the ground. Thus, the carrier transporting the nacelle and heavy haulers in general must never go beyond these limits under any circumstances whatsoever.</p> <p>This table marks the minimum requirement for the road width as general.</p> <p>They may vary considering the regions and specific conditions for each project.</p> <p>*Width based on crane model</p>	

Table 5 Minimum road width in access and internal roads

A. Wind farm access road Transportation of components



B. Internal wind farm road with crane movement



C. Access road to the wind farm. Transportation of components and Internal wind farm road without circulation of cranes (e.g wind farms in the United States)

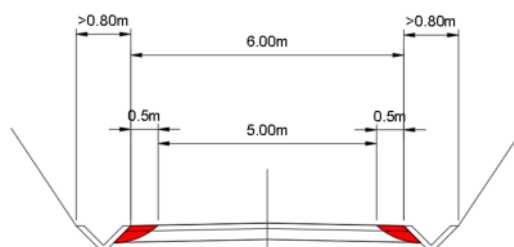


Figure 1 Minimum road width in access and internal roads

For curves with an interior cleared profile, the inside curb of the curve must be pipelined or have a maximum depth of 10 cm.

The slope of cutting on internal roads must be limited in accordance with the wind farm's geotechnical survey and determined by the crane being used for assembly. The most restrictive case is movement of NTC without dismounting.

3.1.5. Turning Radii – General

The smaller the curve radius of the alignment curve, the greater the road width must be (difference between outside and inside radius) at the curve.

Blade transportation is considered a limiting element in the calculation of curve radii.

The following example table is completed for each model with these widths:

- A: Road width
- SAE: Exterior widening
- SAI: Interior widening

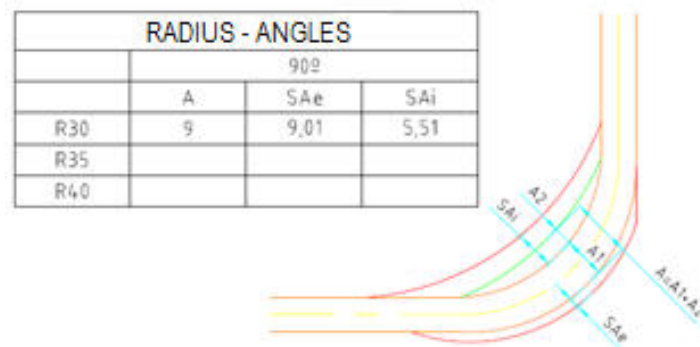


Figure 2 Turning radius at the curve

The conclusions of the study will be reflected in a table where:

- A: is the width of the road necessary for transport ($A = A1 + A2$)
- A1: represents the road width (at least 5 m at each point of trajectory = baseline), which may be increased depending on the width necessary for maneuvering the vehicle
- A2: Is the occupation of the vehicle when maneuvering cannot adjust to the A1 road width
- SAi: Is the maximum interior sweep of the vehicle or its cargo
- SAE: Is the maximum exterior sweep of the vehicle or its cargo
- R30: Represents the radius curve at the center of the road
- 90°: Represents the angle formed by two straight sections of road joined by a curve of a given radius

This study was made taking in to account an estimate vehicle (General vehicle). Later, each region will carry out a study of turning radii with its most restrictive vehicles. The general results analysis for turbine model is defined according to the **5.2 Transport requirements**.

Besides, per each specific project, inner and outer widening for each curve along the route should be studied per transport simulation.

3.1.6. Gradients and grade changes

	Longitudinal Gradients (%)				Transversal Gradients (%)	
	Maximum		Minimums		Maximum	Minimum
	Straight section	Curved section	Straight section	Curved section	Straight/ curved section	
A. Wind farm access road and internal wind farm road	>10 and ≤13 without concreting if gradient < 200 m. ⁽¹⁾	Up to 7 without concreting ⁽¹⁾				
	>10 and ≤13 improved concreting or paving if gradient > 200 m. ⁽¹⁾	>7 and ≤10 improved concreting or paving ⁽¹⁾	0.50	0.50	2	0.20
	>13 and ≤15 improved concreting or paving + 6x6 tractor unit					
	>15 need for towing study	>10 need for towing study				
B. Access and internal roads reverse driving	≤ 3 up to a max. of 1000 m without concreting.	<2 up to max. 500 m without concreting.	0.50	0.50	2	0.20
	>3 and ≤5 max. 1000m improved concreting or paving	≥2 and ≤3 max. 500 m improved concreting or paving				
(1) SGR standard values are ≤13 % for longitudinal gradients and <10 % for curved sections. (2) Improved paving: Roadbed with friction coefficient of at least 0.35						

Table 6 Gradients and grade changes

The transport vehicles used to transport various components of the turbine up to the site must be equipped with self-steering rear axles.

For gradients near 10% without concreting, 6 x 4 tractor units or four-wheel drive truck will be required.

In the specified cases in which road paving must be improved, the solution to be used and the envisaged friction coefficient must be submitted so that transport can be executed.

In the specified cases in which road paving must be improved, the technical characteristics of the solution to be used must be submitted, as well as the friction coefficient for the roadway layer envisaged for said solution, thereby ensuring that all components are transported correctly.

If the longitudinal gradient is $>13\%$ and $\leq 15\%$, improved concreting or paving will be required, and a 6 x 6 tractor unit used. This means that the slope will also have to be reviewed since it is not within SGRE standards.

In the extreme case that a longitudinal gradient in a straight section is $>15\%$ and/or is $>10\%$ in a curved section, a towing study must be conducted in addition to improving the road paving along the affected section. This study must be conducted by the logistics company in charge of supplying the wind farm with the wind turbine components.

Regarding to guarantee the proper transitions between gradient changes, the minimum straight-line total length of the convoy must be kept in mind. According to the complexity of the wind farm project, these points must be analyzed and discussed to find the proper solution.

Ltot: Total length of the convoy.

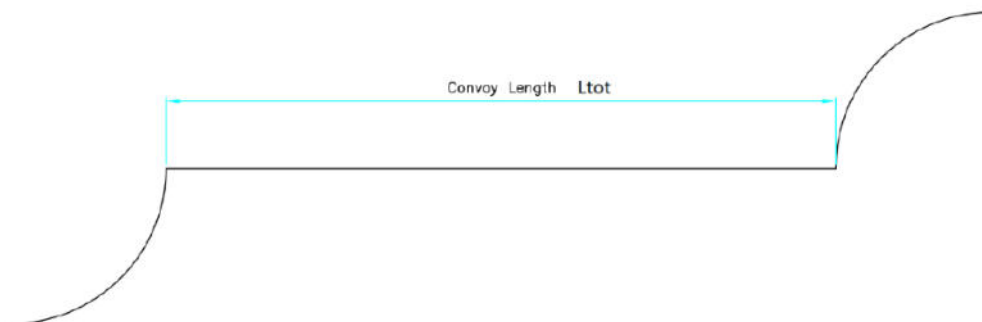


Figure 3 Transitions between gradient changes

For the calculation of the more restrictive Kv that appears in this document, estimated generic vehicles have been considered. This does not mean that there are not others that improve or even worsen the Kv figure. It is advisable to carry out a specific study in each region of the SGRE, with the vehicles planned to be used in local projects.

The kv value considered in the wind farm design for this WTG model shall be, **as a minimum:**

KV= 550m

With the information we have now, **the most restrictive transport would be the SG170 blade on dolly**. Bearing in mind that all the axles of the platform would be in contact with the ground. Considering that all the axles of the platform would be in contact with the ground and a rear overhang of 15,64m. Which of course will be different considering the restrictions of each country. The overhang may differ according to the restrictions of each country, which should be considered.

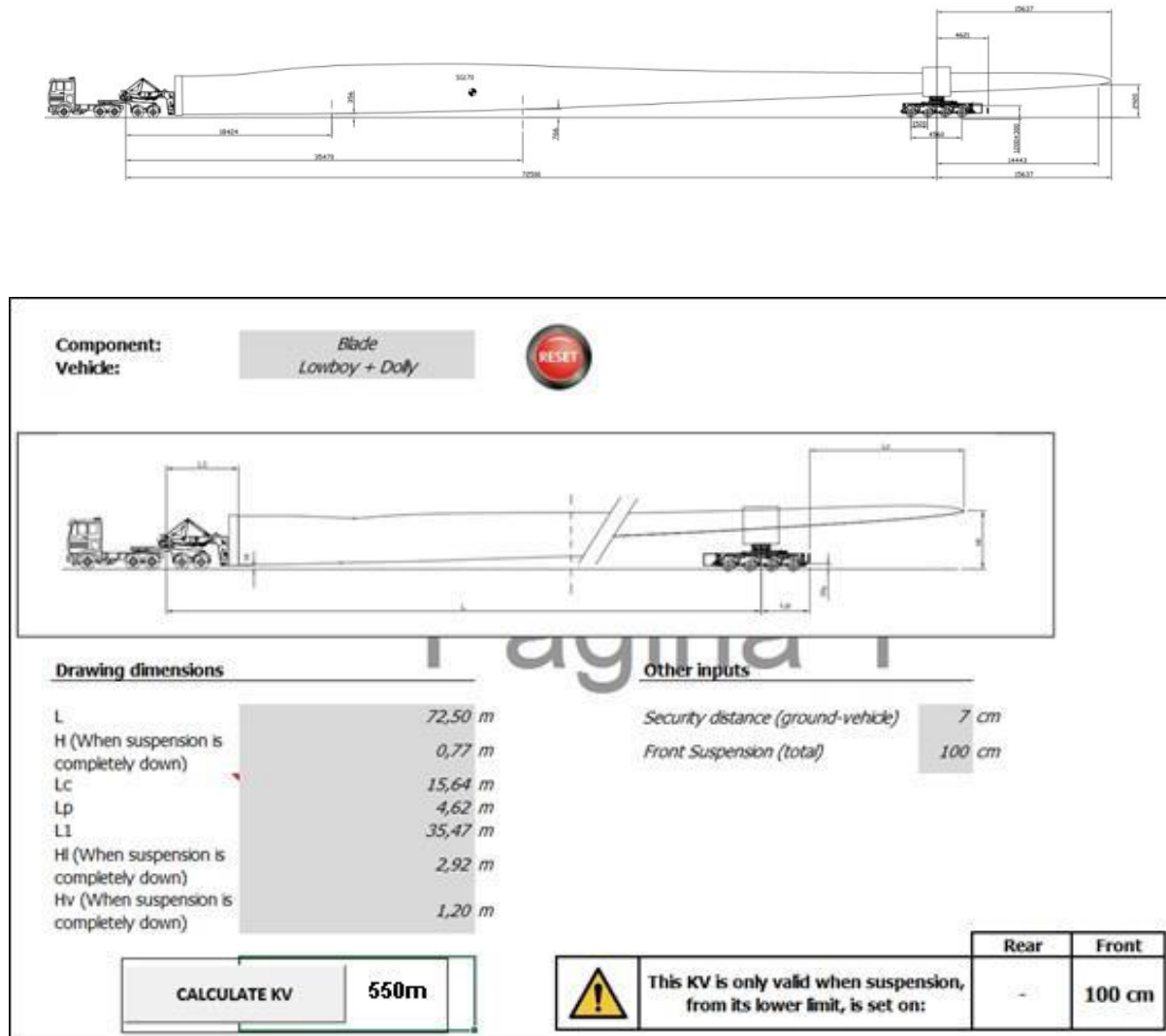


Figure 4 The most restrictive transport and its respective Kv

The value above is for reference only. Depending on the complexity of the terrain, the Kv value that minimizes LCoE (levelized cost of energy) might be higher (flat wind farm) or lower (mountainous wind farm). Prior to signing the contract, a specific study shall be done in order to define the proper Kv for the wind farm, considering development constraints in force and locally available transports in order to adapt logistics means accordingly.

The specific study could include nonstandard solutions and extra resources for each solution.

The roads must be smooth, removing, as far as possible, any protrusions such as stones, rocks, etc., which could damage the nacelle platform or the tower sections and hinder transportation.

3.1.7. Passing areas and turning points

Parking areas will be created at intervals of approximately 5 km, attempting to take advantage of the areas where there are less actions to be performed if possible and they must have an extra width of 5 m with a minimum length equal to the total length of the convoy (Ltot) with a greater length. It is important to consider the entry and exit areas

to facility access to the area. The waiting areas must be clear of any obstacle, leveled, compacted and drained. QHSE will determine the number of rest areas that must be created.

The turning points must be defined according with the maximum allowed reverse maneuver as described at the item **3.1.5 Gradients and grade changes.**

Where dead end roads are constructed or where loaded transports must turn around prior to delivery to the Installation Area, turning Areas are required to avoid long reverse driving. For each wind farm project, these points must be analyzed to find the proper solution.

(Note) Truck length* - The turning area will be different considering two situations: Loaded truck and empty truck. The additional area must be considered around the turning point - cleared of obstacles and levelled to allow oversail/overhang during transportation. The turning point could be adapted regarding the orography and/or complexity of the windfarm terrain, the new geometry must be approved by SGRE in order to comply with the transport requirements.

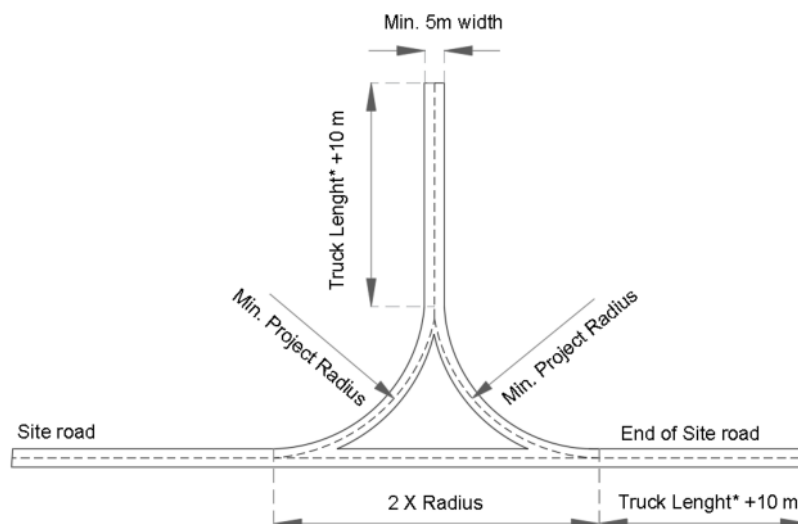


Figure 5 Turning point geometry suggestion

3.1.8. Drainage

The surface drainage system must be of a size to collect any rainwater from the roadway layer as well as any water collected from small flows of runoff water intercepted by the road or even, where applicable, to provide continuity for any larger natural watercourses also intercepted. The calculation will be considered for a return period of 25 years for transverse drainage and 10 years for longitudinal drainage works.

3.2. Hardstand composition and structure

The hardstands will include a crane work area and areas defined as storage areas. The main components will be stored on the storage area and they will be hoisted by the cranes from the hardstand – crane work area, as a standard concept. Regarding the high-power and communications networks avoid placing them across the hardstand. If this cannot be avoided, then the network must be pipelined, and the pipes covered with concrete.

3.2.1. Hardstand design

The design of the hardstand section must be done based on the geotechnical report and the load transferred by the crane support legs, also it must be considered the use of crane mats if any, under the crane support.

The structural verifications that must be performed and the criteria to be used is as follows:

- For the bearing capacity analysis, Meyerhof and Hanna (1978) methodology will be used.
- The safety factor for the verification of the bearing capacity will be 2, for both long term and short term.
- For the analytical calculation of the settlements, the Steinbrenner methodology will be used.
- The maximum differential settlement under the crane support leg will be 25mm.

When it comes to unfavorable geotechnical conditions, in addition to the verifications carried out with analytical methodologies, described above, it will be necessary to develop a finite element model (FEM) to compare and contrast the results obtained with analytical methodologies.

The design of the hardstand and the geotechnical report will be provided to Siemens Gamesa together with the quality control of the hardstand, during the handover of the civil works and before starting with the erection process.

3.2.2. Bearing capacity

	Crane work area	Component storage area	Boom assembly area
SGRE standard	2	2	2
Without crane mats	3 (T100m) 3 (T101.5m) 3 (T115m) 4 (T135m) 5 (T145m) 5 (T165m)	2	2

Table 7 Load- bearing capacity (kg/cm²)

The composition of the crane work area must have a good subgrade, $E_{v2}=60\text{MPa}$ or above. Transmitted loads must be 2kg/cm^2 (approx 0.2MPa). A surface of 30 m^2 must be laid, 6 crane mats ($5\text{ m} \times 1\text{ m}$) per crane leg or crane chain.

If opting not to use crane mats, the necessary bearing capacity will be 3 kg/cm² for T100m, T101.5m and T115m, 4 kg/cm² for T135m and 5 kg/cm² for T145m and T165m tower models. The possible supply of crane mats is not included in the scope of SGRE, whereby if opting to use crane mats, the cost thereof shall be incurred by the Contracting Party.

3.2.3. Hardstand composition and structure

In the hardstand, the upper level of the subgrade must be above the highest foreseeable level of the water table. Where expansive material (expansive clay, etc.) or loose soil conditions are indicated in the geotechnical report, the use of geosynthetics is strongly recommended (at least with the soil reinforcement and separation functions).

The fill material will be compacted on the hardstands and in the storage areas in layers to a maximum thickness of 30 cm to ensure the effectiveness of the machinery along the entire section. The compaction level will be such that the dry density after compaction is 95% MP or higher. The elasticity module of the subgrade must be measured based on the compressibility module of the second cycle of the load plate test as per DIN 18134 (or in its absence, NLT-357), 600 o 762mm plate will be used for this test, the acceptance criteria will be indicated in the hardstands section design.

Regarding the finished hardstand, the compaction level will be such that the dry density after compaction is 98% MP or higher. The elasticity module of the finished hardstand surface must be measured based on the compressibility module of the second cycle of the load plate test as per DIN 18134 (or in its absence, NLT-357), and the result must never be less than $E_{v2} > 80$ MPa. Likewise, the relation between the first and second load cycle must be less than 3.

In case there is a doubt about the hardstand capacity, it will be necessary to execute at least one borehole, in the center of the crane area, with core recovery and a depth of 8m. During the execution of the borehole, the following works should be conducted:

- SPT: from the surface where a test must be performed every meter.
- Extracting non-disturbed samples, plus laboratory test (triaxial tests or direct shear tests).
- Determining the ground water level depth, if encountered.
- Collect sampling for laboratory characterization of all the encountered materials.

The storage areas that are at the same level and position of the crane work area (for towers and nacelle), the requirements for the subgrade and finished layer are the same as above-mentioned. For the blade storage areas, the compaction level of the subgrade will be such that the dry density after compaction is 95% MP or higher. The transmitted loads, at least, must be 2kg/cm² (approx. 0.2MPa). In case of need of granular layer, the compaction level will be such that the dry density after compaction is 98% MP or higher.

In case the subgrade of the storage areas is good enough to withstand the loads, no layer of granular material will be needed, but this must be justified accordingly in the design.

Tests must be carried out on the material used for the subgrade and for the roadbed, in order to control the compaction of the different layers and ensure that the civil works are correctly executed. The quality control and the requirements for the civil works design is defined according to the **5.3 Quality tests and requirements for civil works plan projects**.

Before the arrival of the transport vehicles and crane, the hardstand must be accepted by SGRE for the works to commence.

3.2.4. Hardstand gradients

Crane Type	Hardstand gradients (%)			
	Crane work area		Component storage area	
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
NTC or Mobile cranes	3	0.2	2	0.2
WTC	0.5			

Table 8 Hardstand gradients (%)

The minimum slope in the crane work area as well as the storage area is 0.2%, for the drainage of surface water; concave areas that may result in the formation of pools and the consequential drift of material under heavy loads cannot be accepted. Furthermore, take care that the hardstand or storage area surface must not drain off onto its access road.

3.2.5. Hardstand dimensions

Hardstand layout considers standard SGRE assembly strategy 4

(Note) – Following hardstand layouts covering tailing crane offloading.

Use of clamp system doesn't require cranes for off-loading but additional space for maneuvering of trailers to release the tower sections is needed. The system is not available for all regions and must confirmed by SGRE before building the windfarm. Bear in mind, once chose the hardstands without to consult or to require a confirmation from SGRE is responsibility of the civil designer the decision. The different concept reflects an impact in hardstand layout, assembly phase and costs. Unusual situations must be evaluated and approved project specific.

Position of blade fingers is depending on location of transport equipment (TEQ) on blade -> Use of TEQ concept and/or positioning on blade might be different per region. Final location of blade fingers must be evaluated and approved project specific.

Area	Description
q1	Hardstand for main crane

q2	Hardstand for assistant crane
q3	Storage area for containers and miscellaneous items
q4	Blade storage area and blade fingers hardstand
q5	Storage area for components
q6	Hardstand for boom assembly
q7	Free obstacles area for rotation superlift ballast or suspended ballast of main crane

Table 9 Installation area codes and description

HARDSTAND LEGEND

	Site Road		q4 Trestle area for blades
	q1 Hardstand for Main Crane		q5 Storage area for components
	q2 Hardstand for Assist Crane		q6 Hardstand for Boom Assembly
	q3 Storage/Assembly Area		q7 Hardstand for Superlift ballast

3.2.5.1. T100m-T101.5 tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading T100m-101.5m

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 37.5m x 43.5m + (55m x 43.5m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
Partial storage (SGRE standard)	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 31.5m x 43.5m + (46m x 43.5m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 10 Dimensions of the areas of model T100m-101.5m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

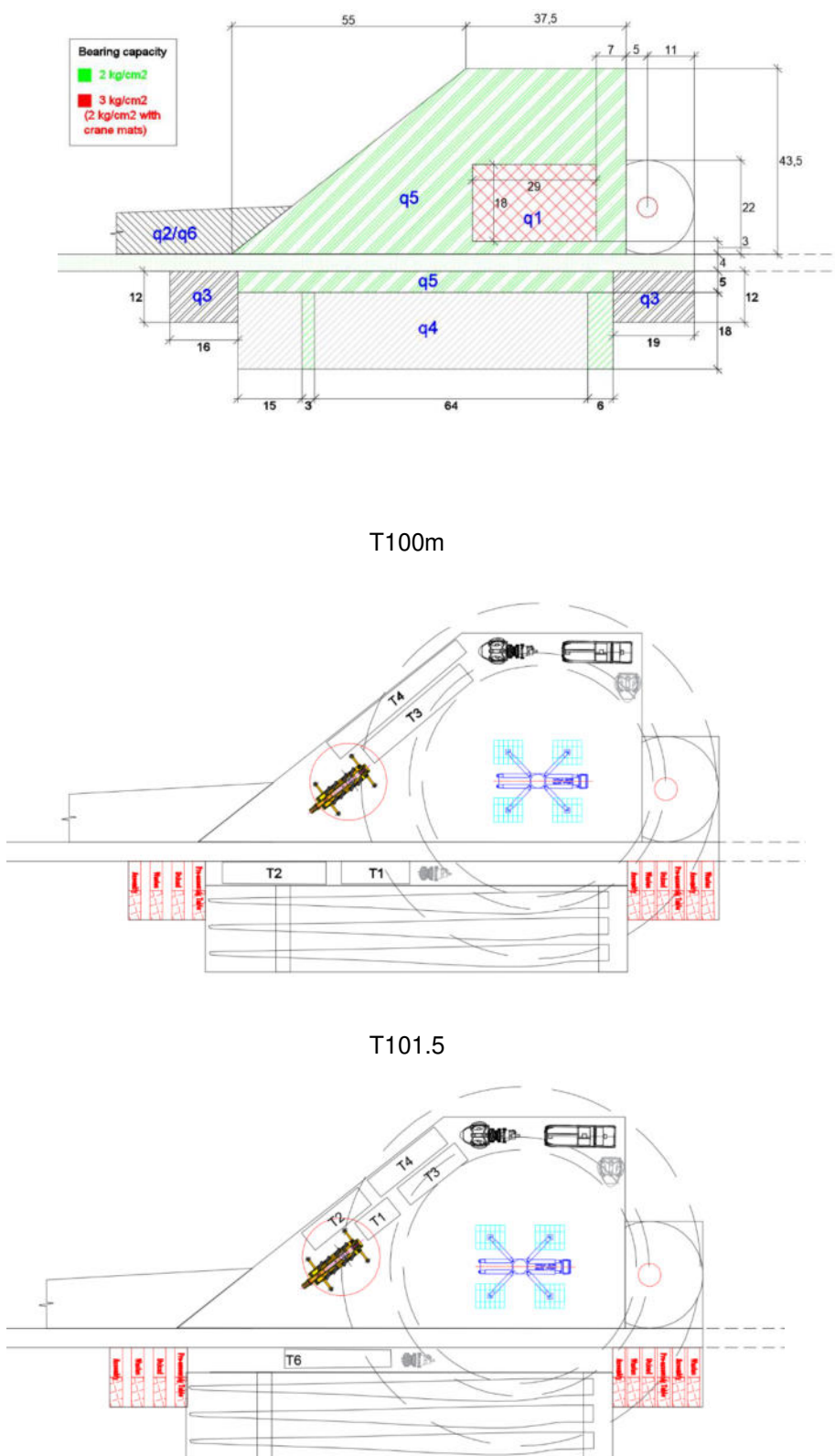
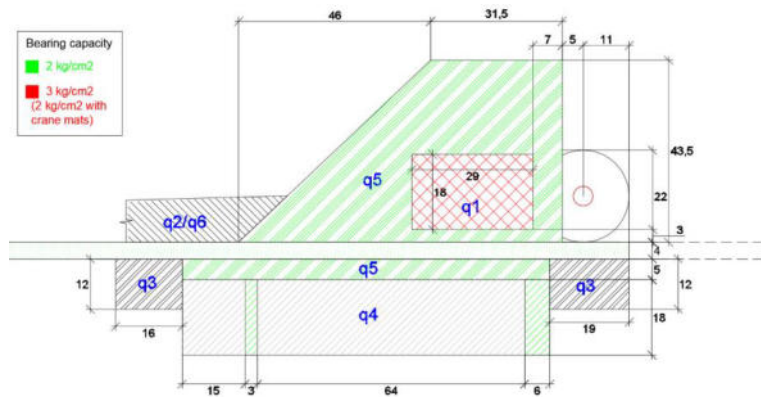
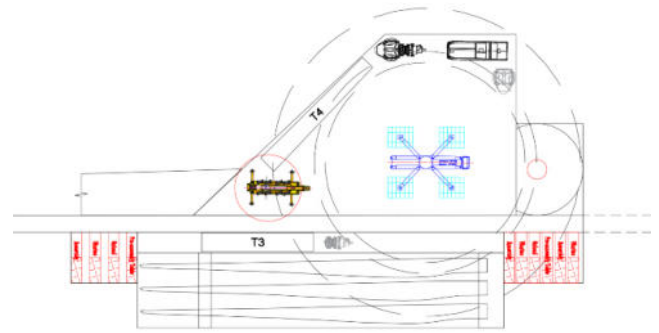
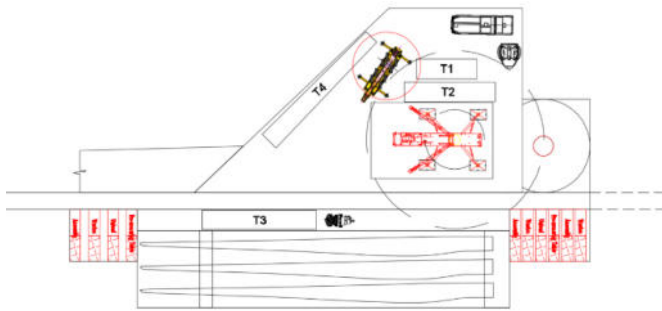


Figure 6 Model T100m-T101.5m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE Standard)



T100M



T101.5m

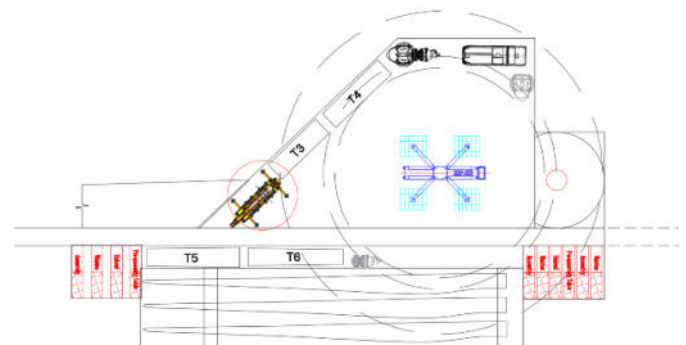
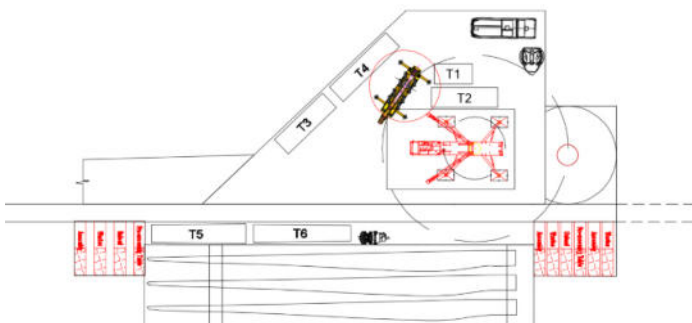


Figure 7 Model T100m-T101.5m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

3.2.5.2. T100m-T101.5m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

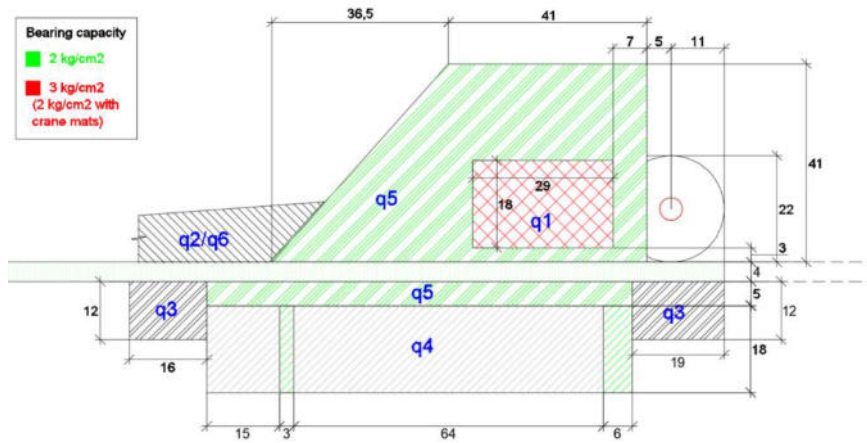
- Tailing crane offloading T100m-T101.5m

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 41m x 41m + (36.5m x 41m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
Partial storage (SGRE standard)	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 33.5m x 41m + (36.5m x 41m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*

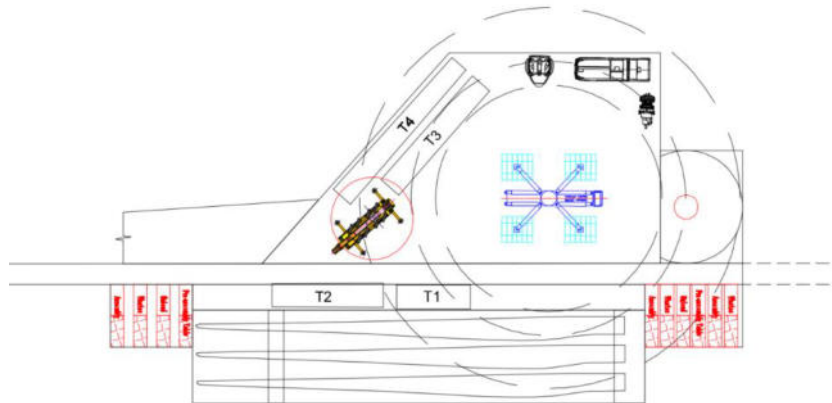
Table 11 Dimensions of the areas of model T100m-T101.5m with strategy 4 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1 phase



T100m



T101.5m

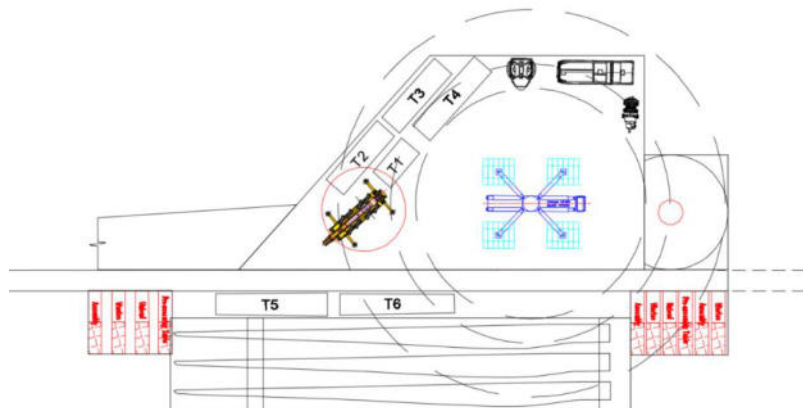
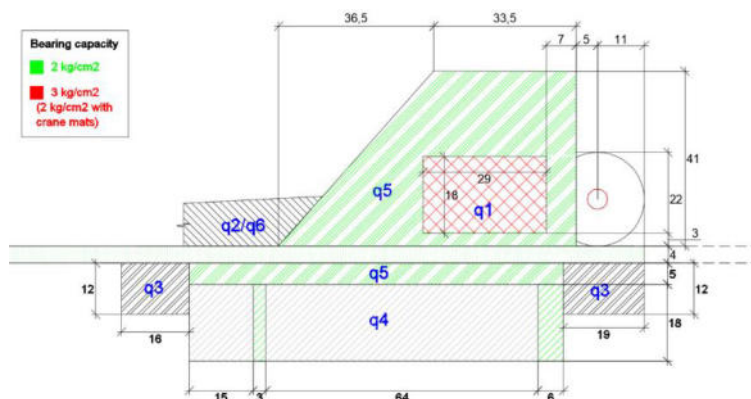
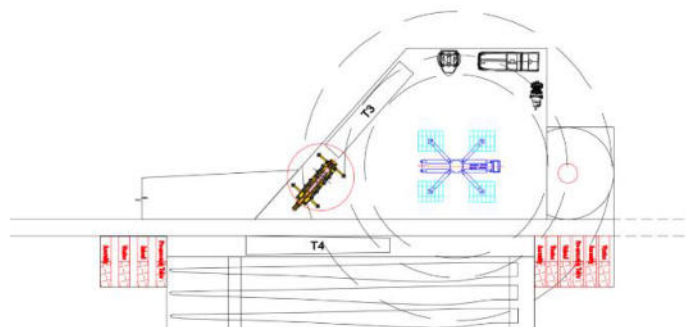
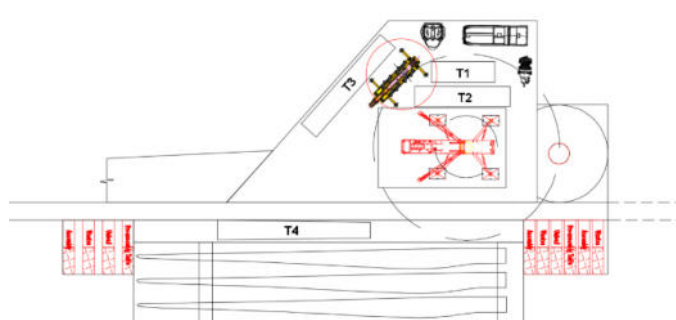


Figure 8 Model T100m-101.5m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)



T100m



T101.5m

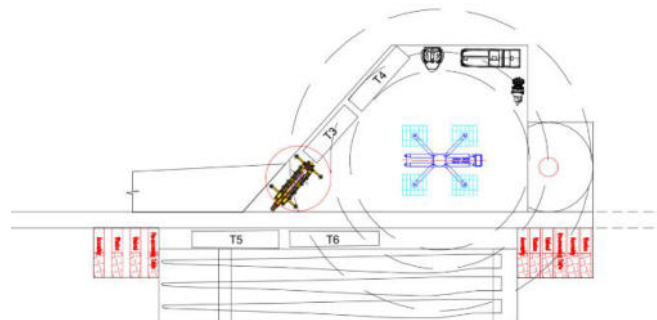
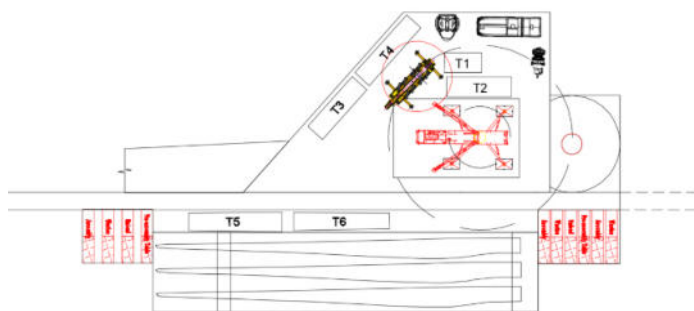


Figure 9 Model T100m-101.5m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

3.2.5.3. T115m tubular tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 47m x 43.5m + (54.5m x 43.5m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
Partial storage (SGRE standard)	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 38.5m x 43.5m + (43.5m x 43.5m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 12 Dimensions of the areas of model T115m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – assembly in 1 phase

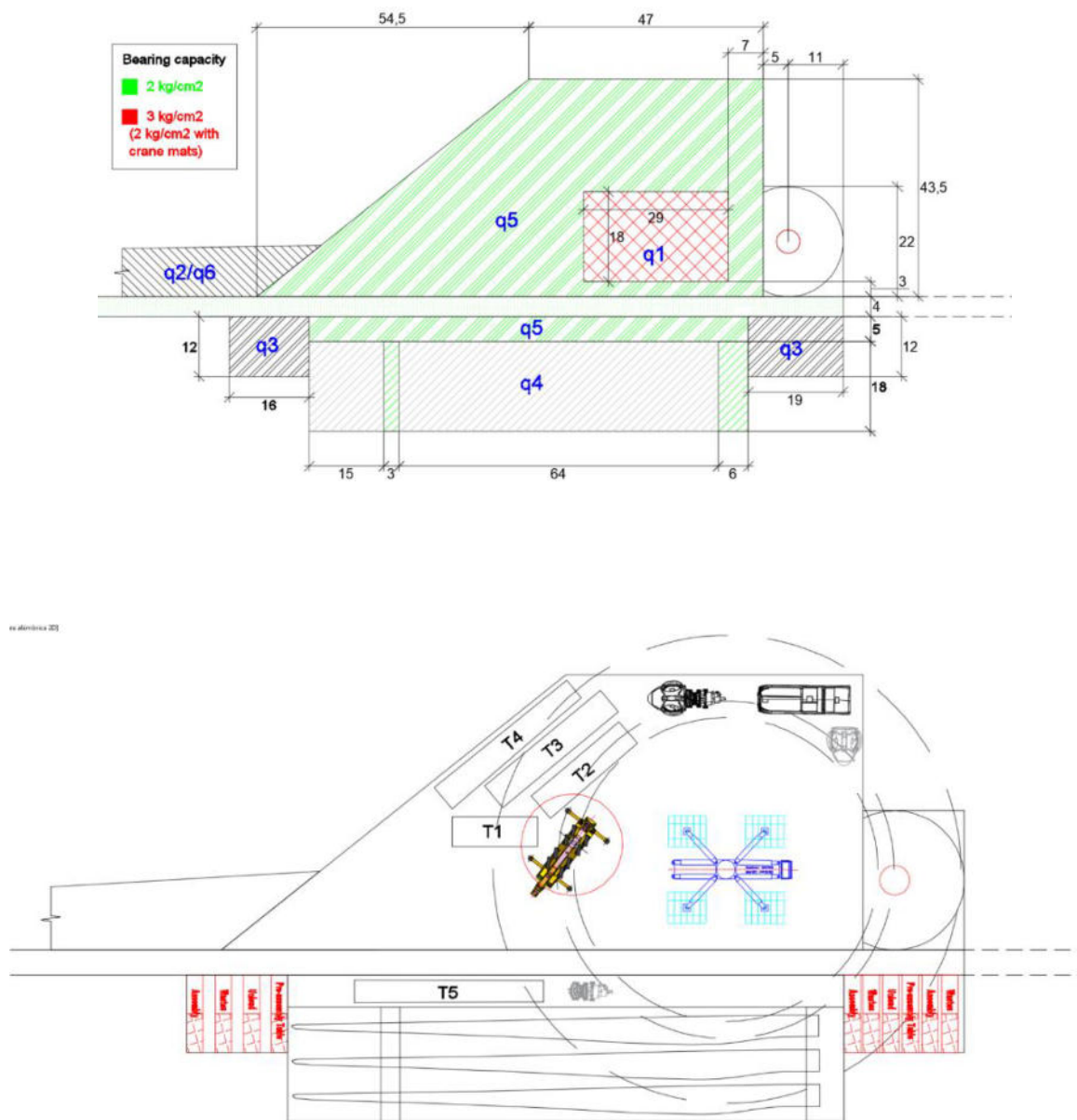


Figure 10 Model 115m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)

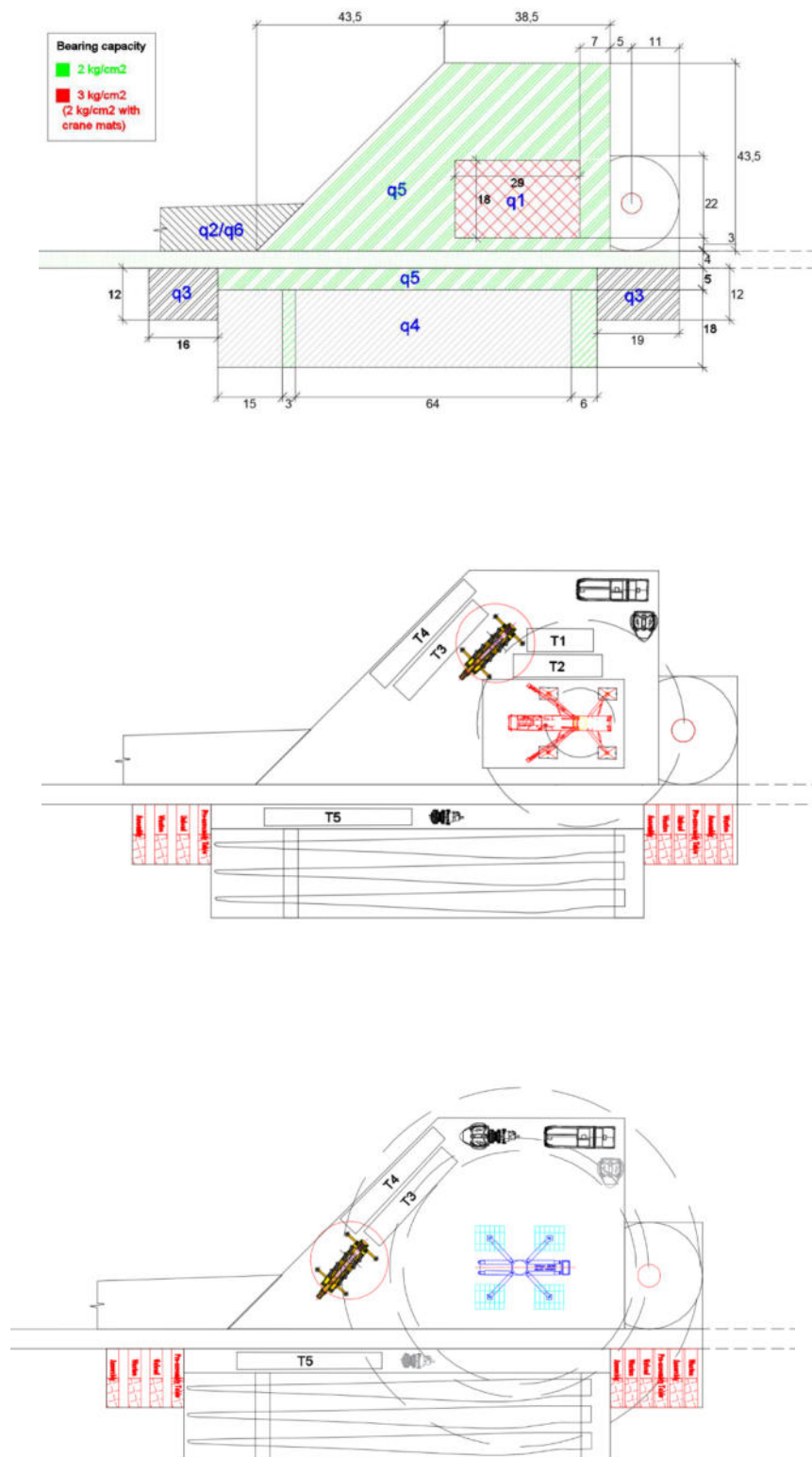


Figure 11 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

3.2.5.4. T115m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

- Tailing crane offloading T115m

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 44.5m x 41m + (50m x 41m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
Partial storage (SGRE standard)	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 39.5m x 41m + (42.5m x 41m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 13 Dimensions of the areas of model T115m strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly strategy in 1 phase

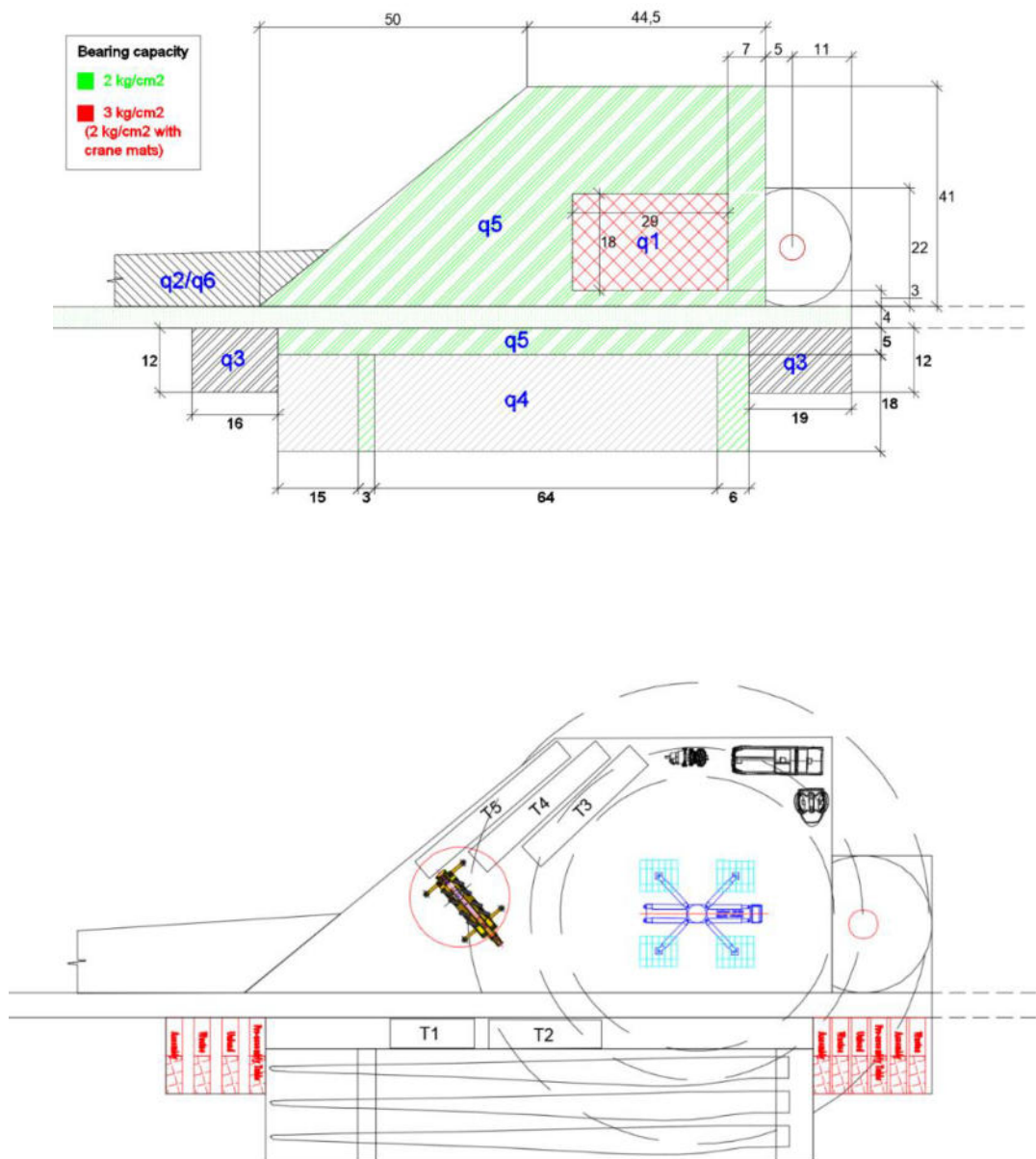


Figure 12 Model T115m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)

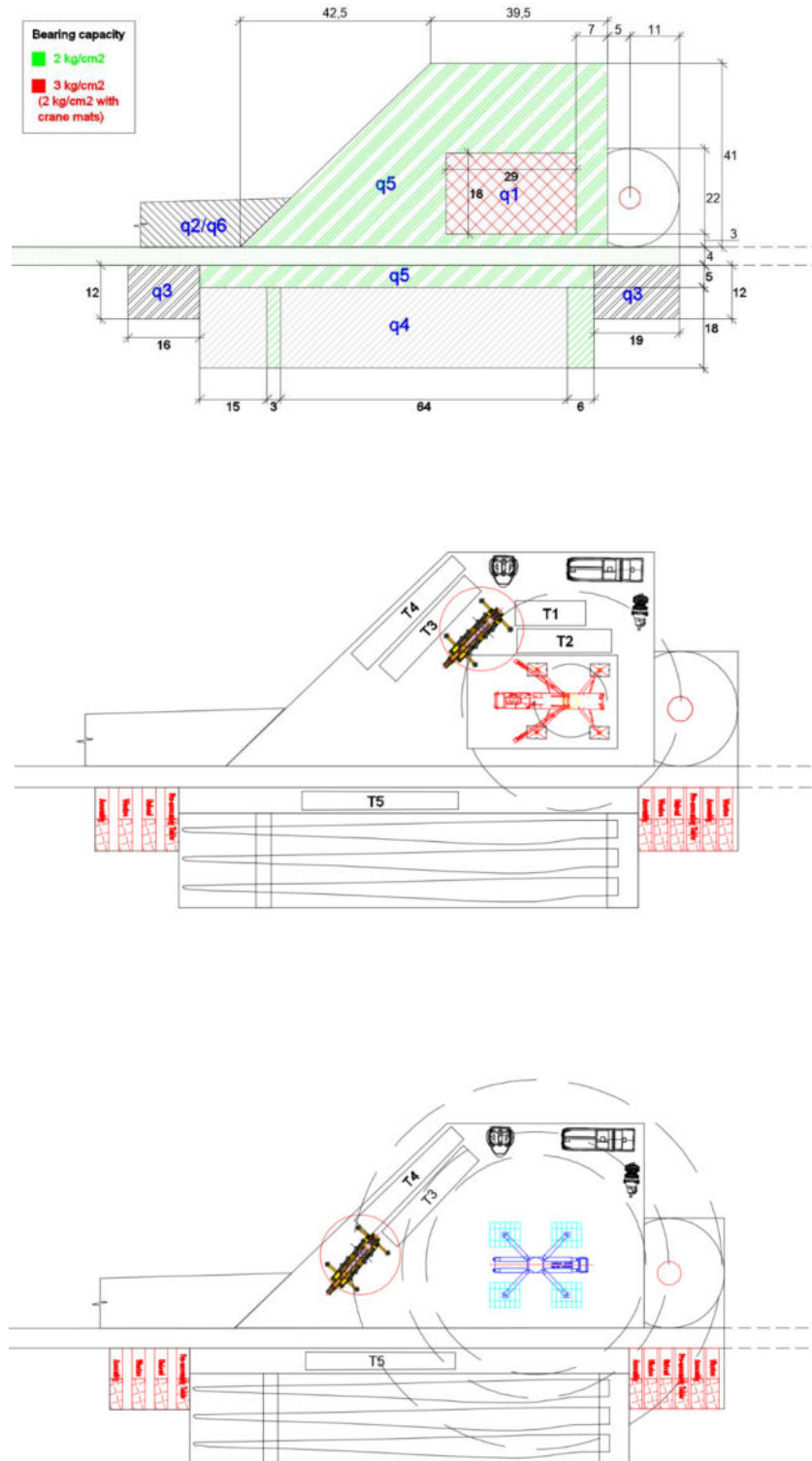


Figure 13 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

3.2.5.5. T135m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading T135m

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m
+ 19m x 12m
	q4 88m x 18m
	(with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
Partial storage (SGRE standard)	q5 50m x 43.5m
	+ (45m x 43.5m)/2
	- q1
	+88m x 5m
	+ reinforced road part*
Partial storage (SGRE standard)	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m
	+ 19m x 12m
	q4 88m x 18m
	(with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
Partial storage (SGRE standard)	q5 41m x 45.5m
	+ (45m x 45.5m)/2
	- q1
	+ 88m x 5m
	+ reinforced road part*

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 14 Dimensions of the areas of model T135m strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

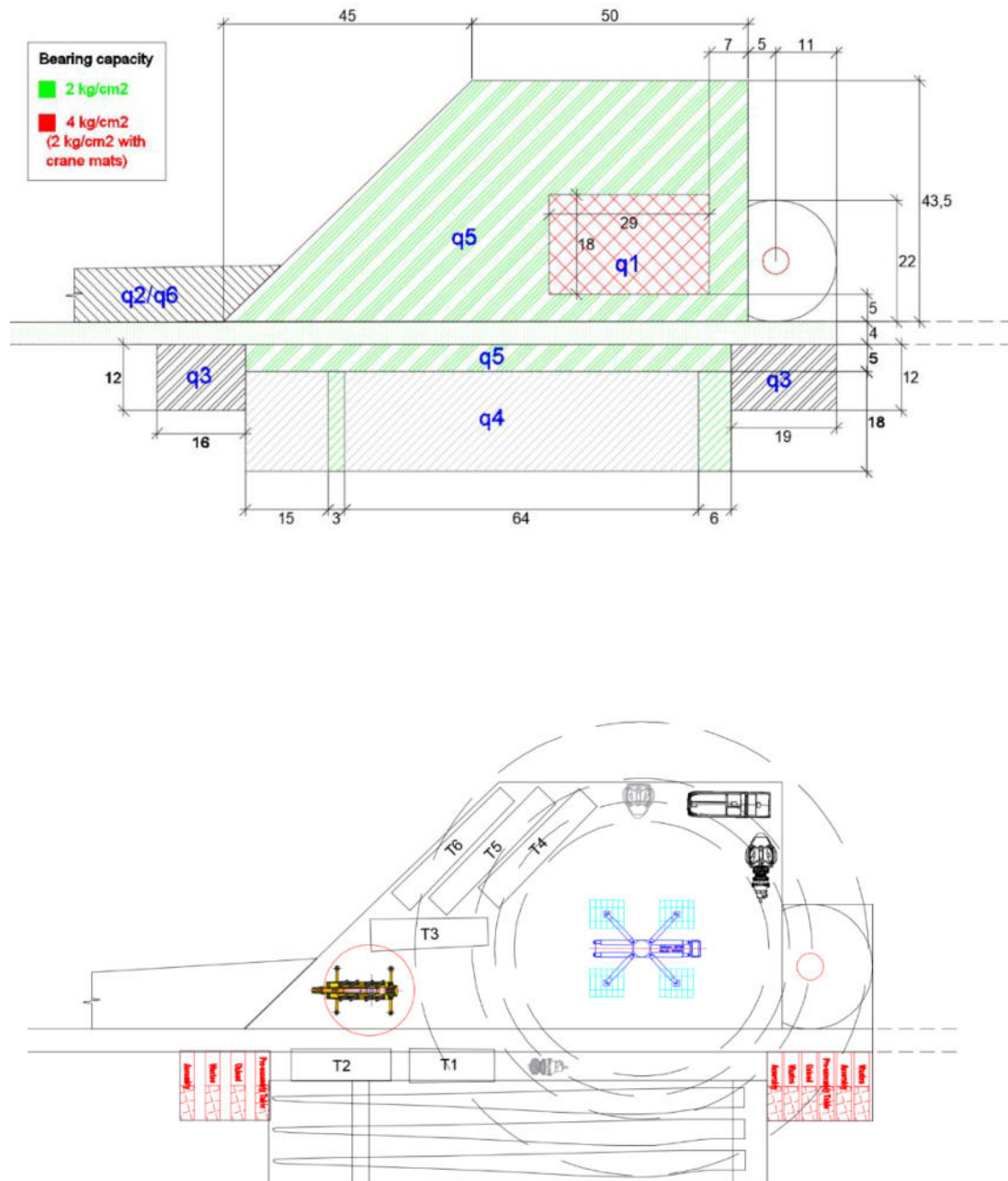


Figure 14 Model T135m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)

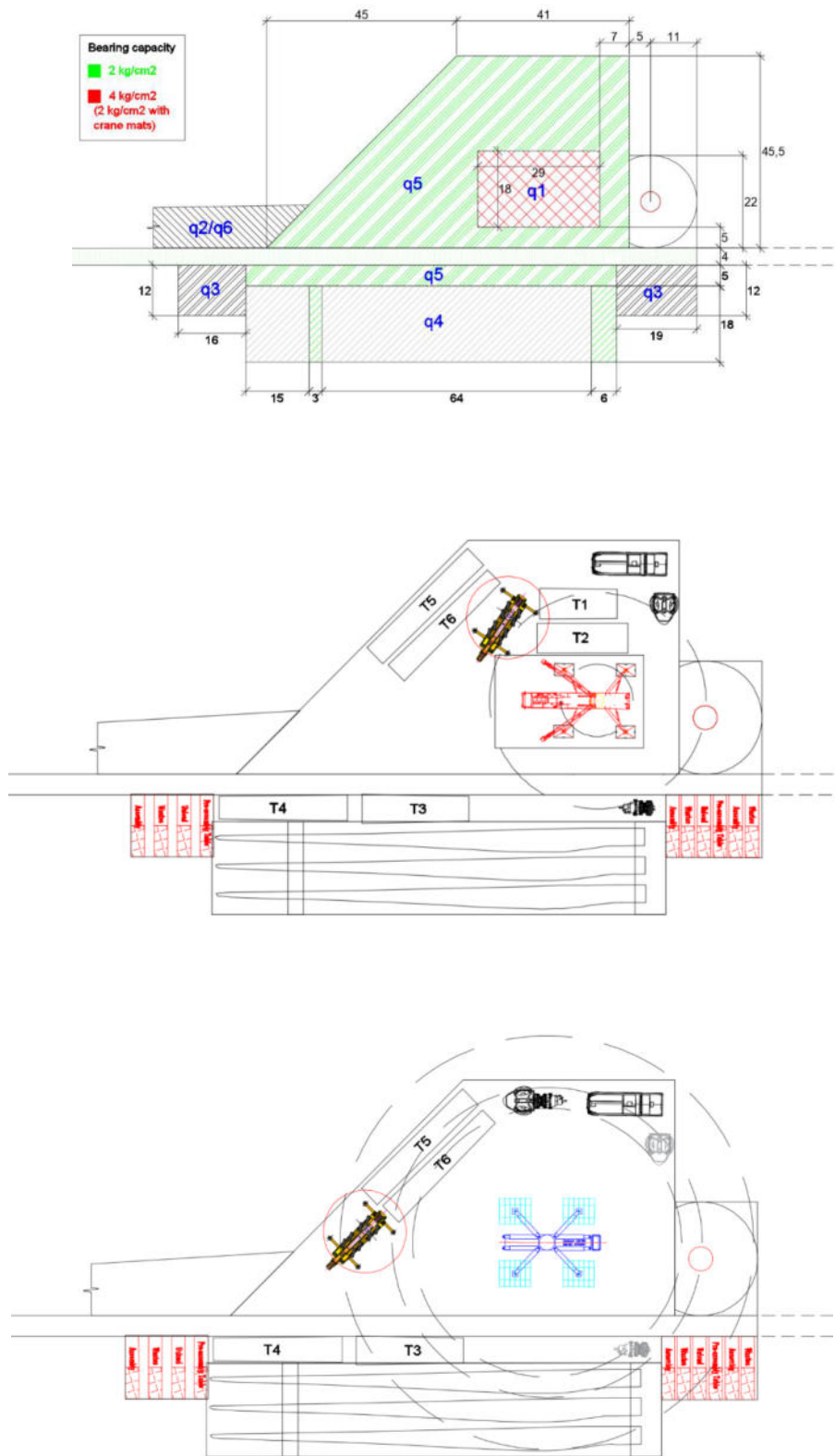


Figure 15 Model T135m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

3.2.5.6. T135m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 50m x 51m + (38.5m x 51m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
Partial storage (SGRE standard)	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 40.5m x 49.5m + (41.5m x 49.5m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 15 Dimensions of the areas of model T135m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

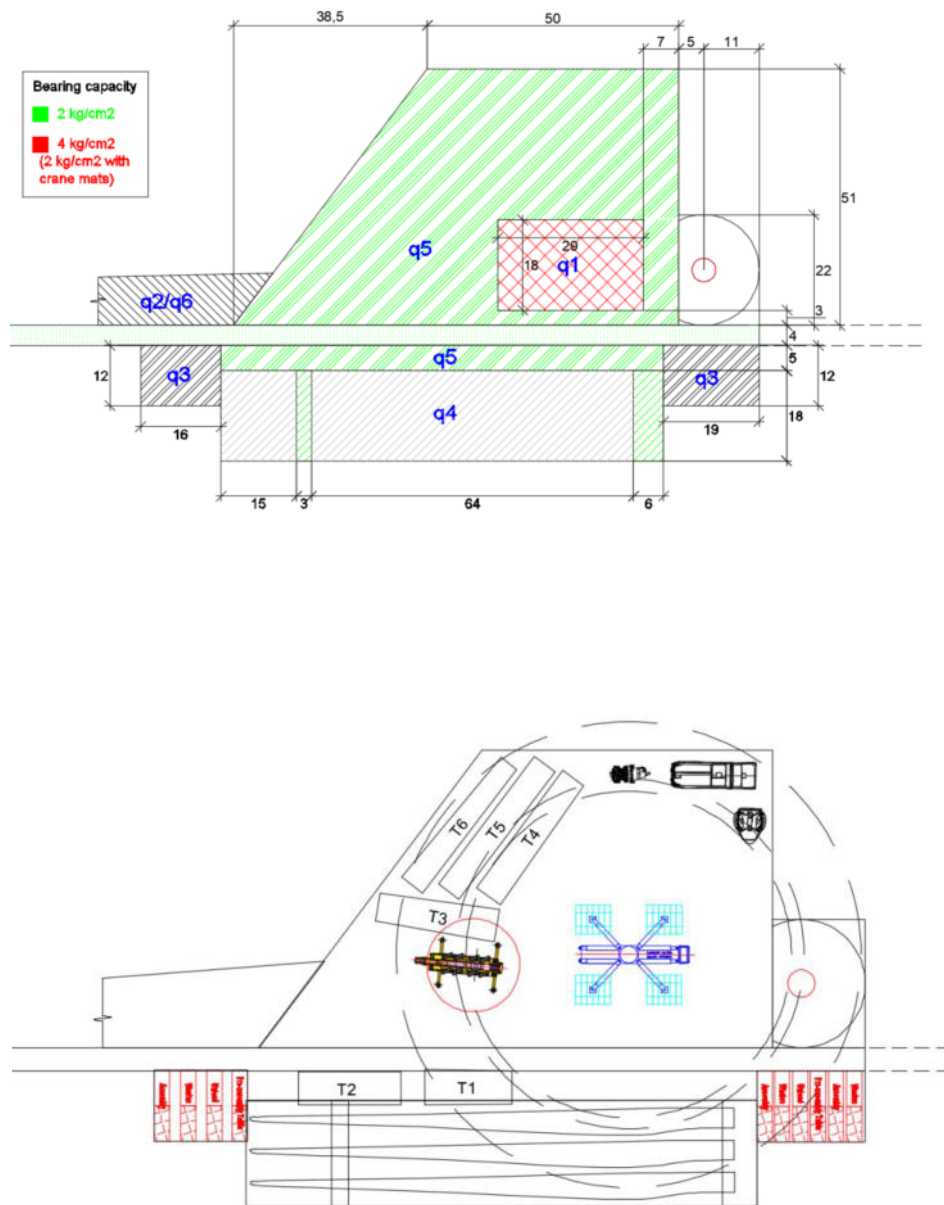


Figure 16 Model T135m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)

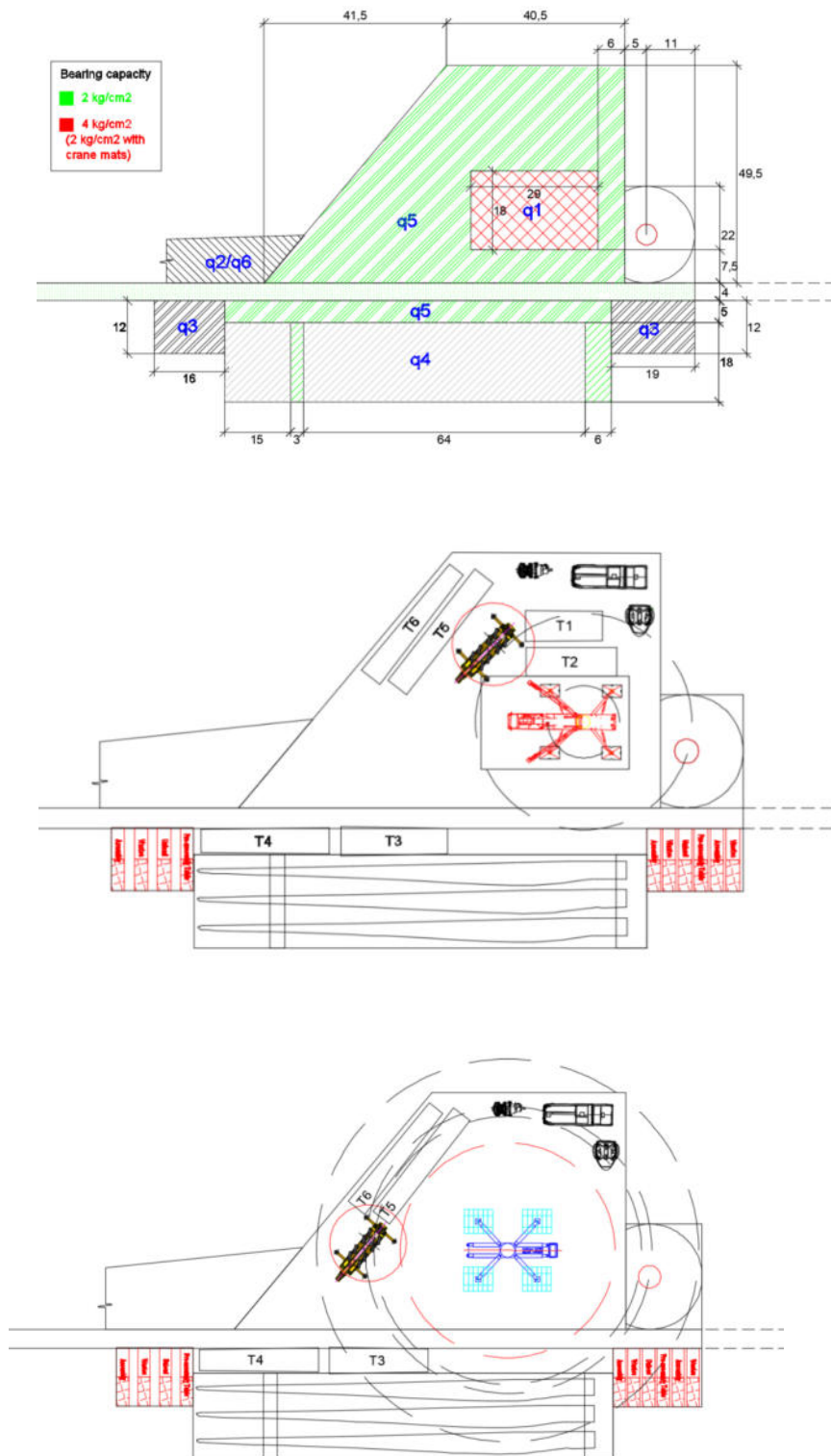


Figure 17 T135m – Partial storage with strategy 4 in 2 phases

3.2.5.7. T145m steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 26m x 22m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 60m x 51m + (38.5m x 51m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
Partial storage (SGRE standard)	q1 34m x 23m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 50m x 49.5m + (41m x 49.5m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 16 Dimensions of the areas of model T145m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

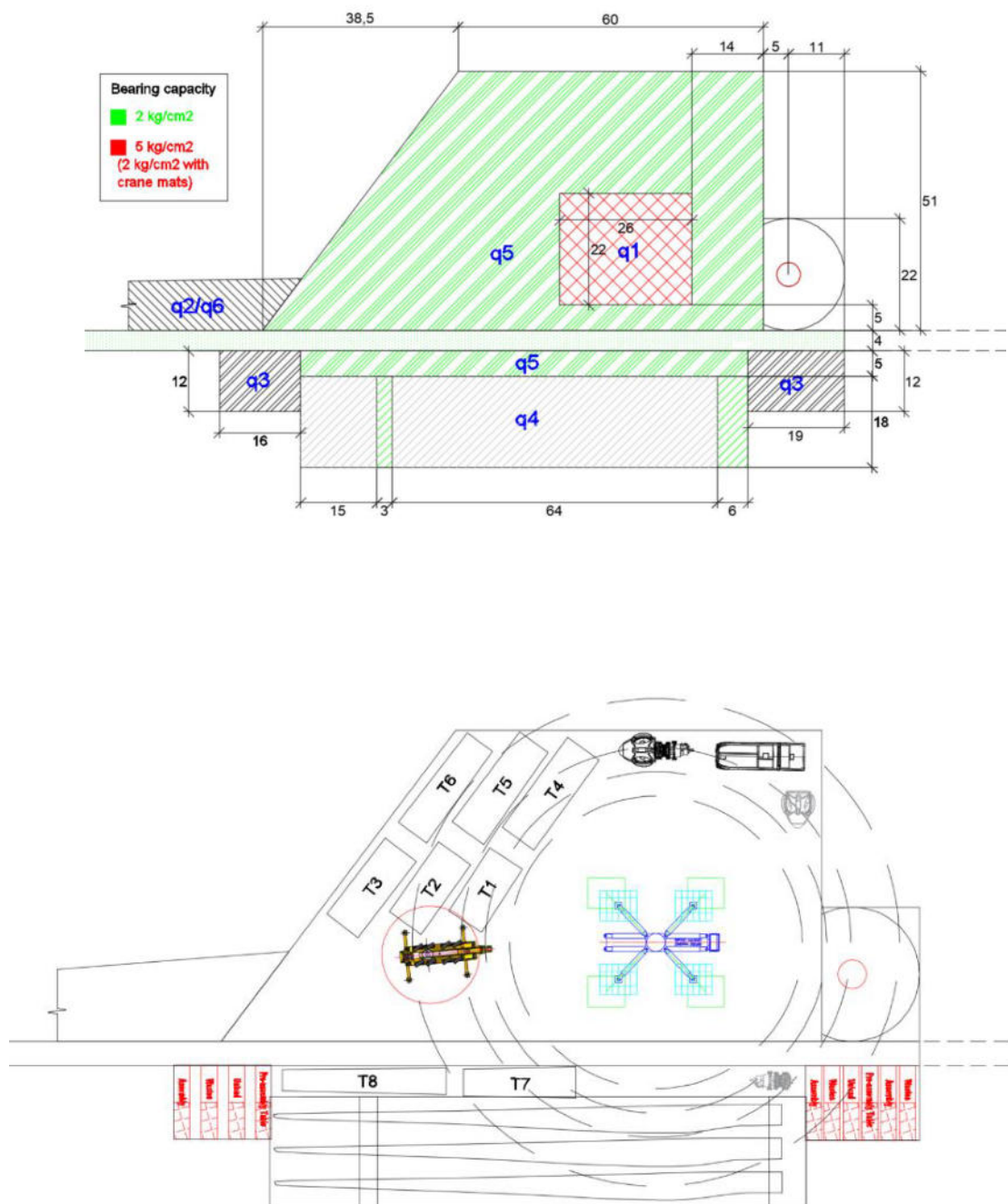


Figure 18 Model T145m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)

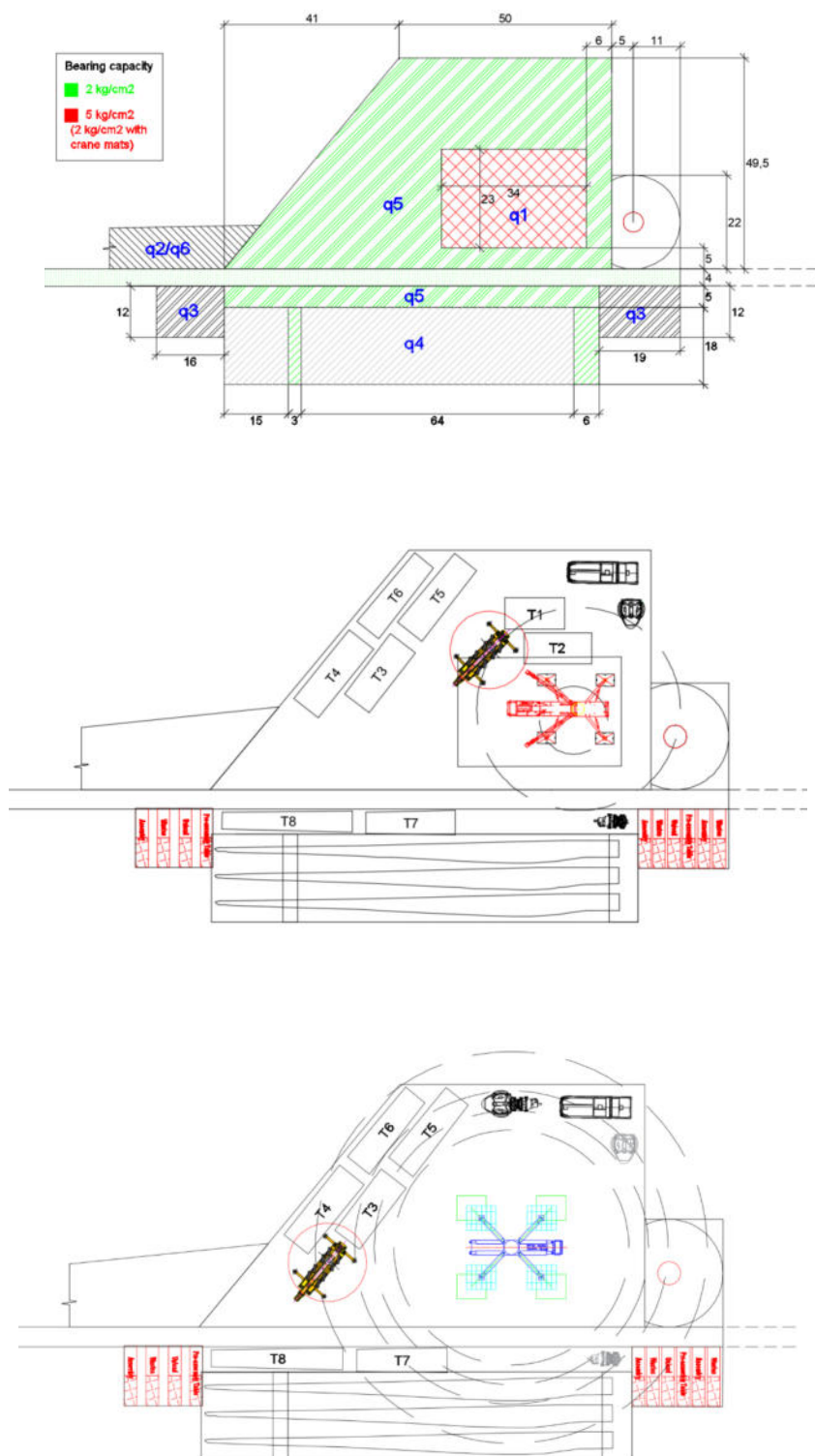


Figure 19 Model T145m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

3.2.5.8. T145m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 26m x 22m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 60m x 51m + (38.5m x 51m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q1 34m x 23m
Partial storage (SGRE standard)	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 50m x 49.5m + (41m x 49.5m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q1 34m x 23m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 17 Dimensions of the areas of model T145m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

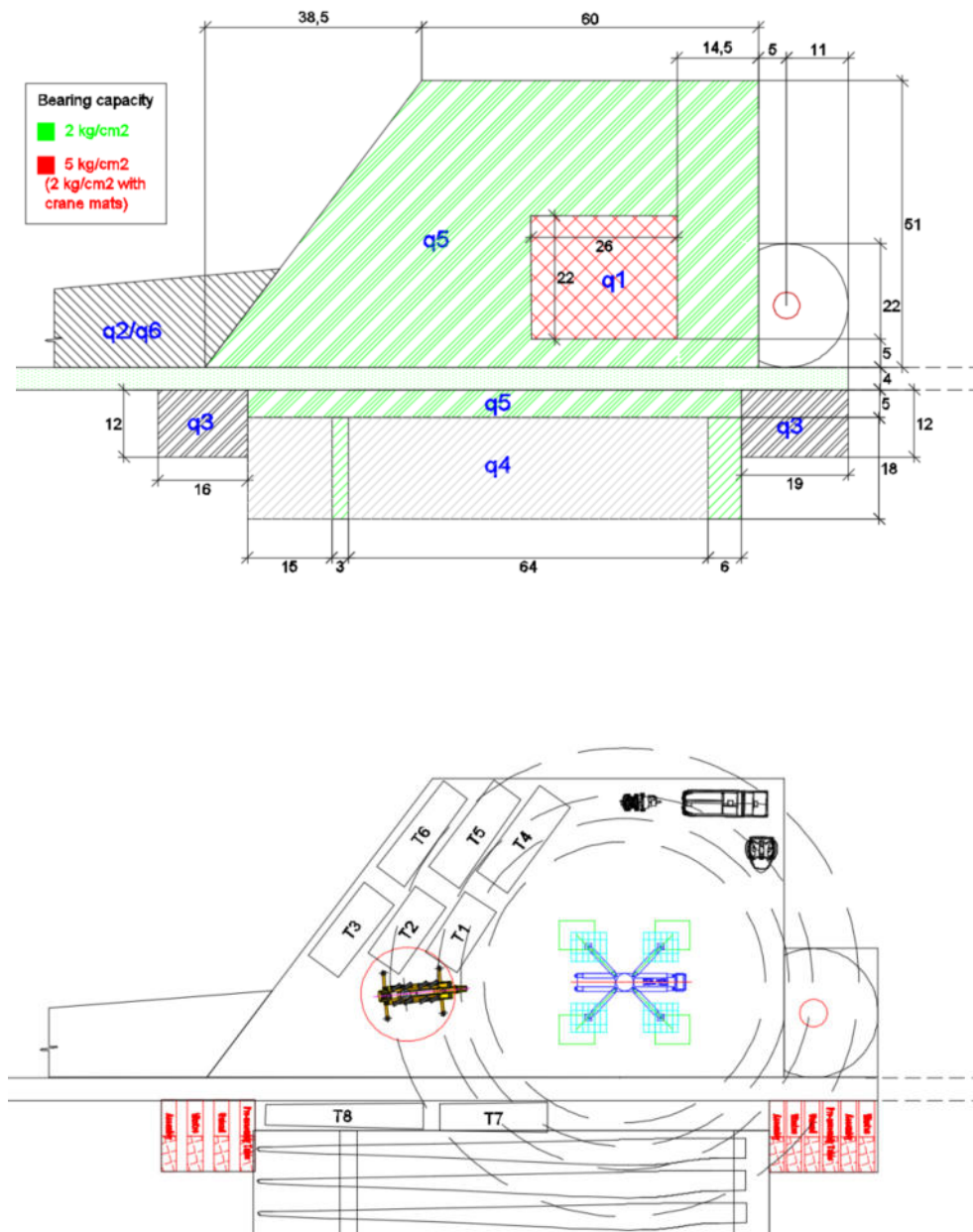


Figure 20 Model T145m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)

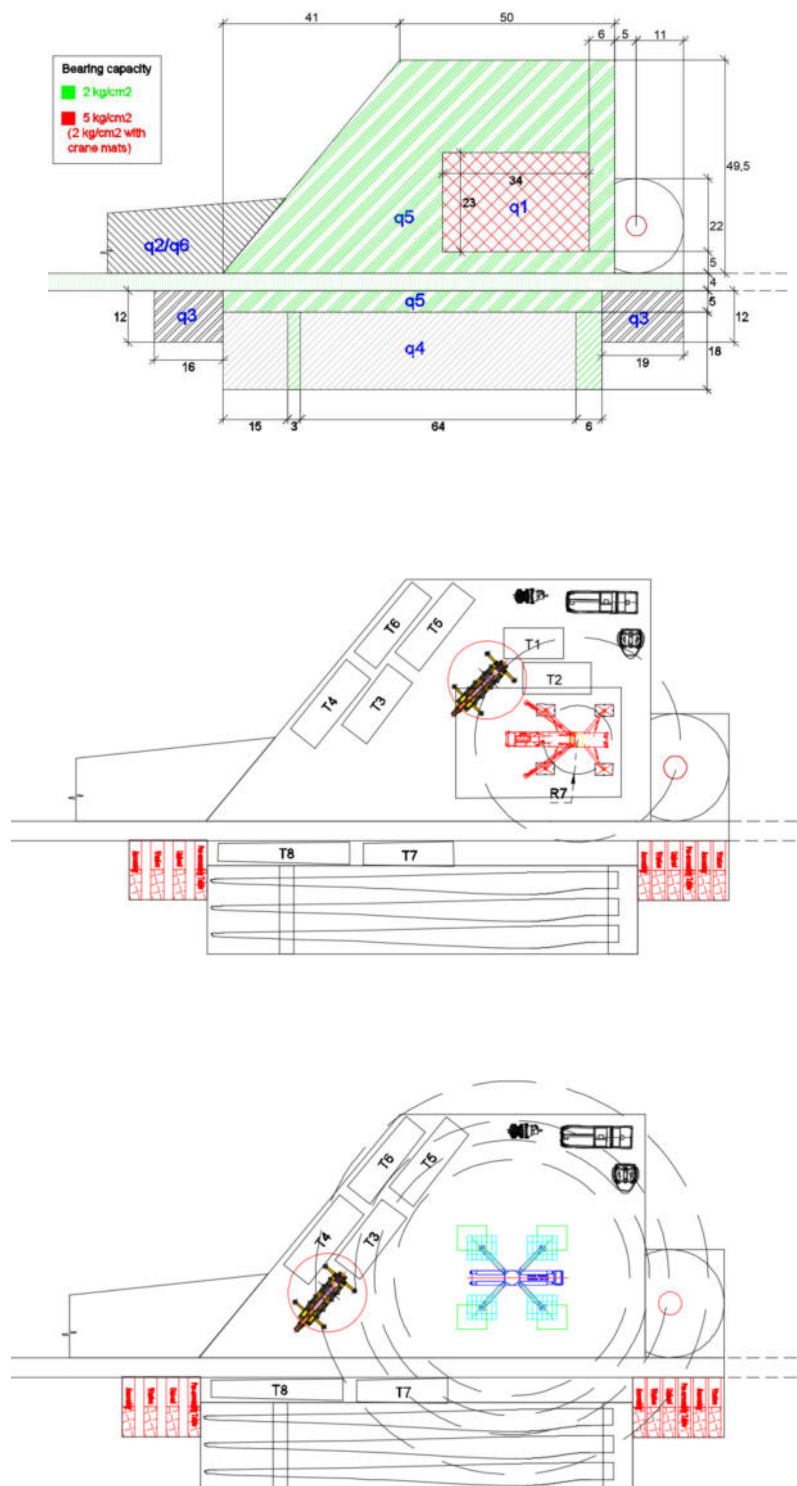


Figure 21 Model T145 – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

3.2.5.9. T165m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 51m x 22m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 58.5m x 50m + (18m x 50m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
Partial storage (SGRE standard)	q1 51m x 22m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 53m x 42m + (14.5m x 42m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 18 Dimensions of the areas of model T165m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

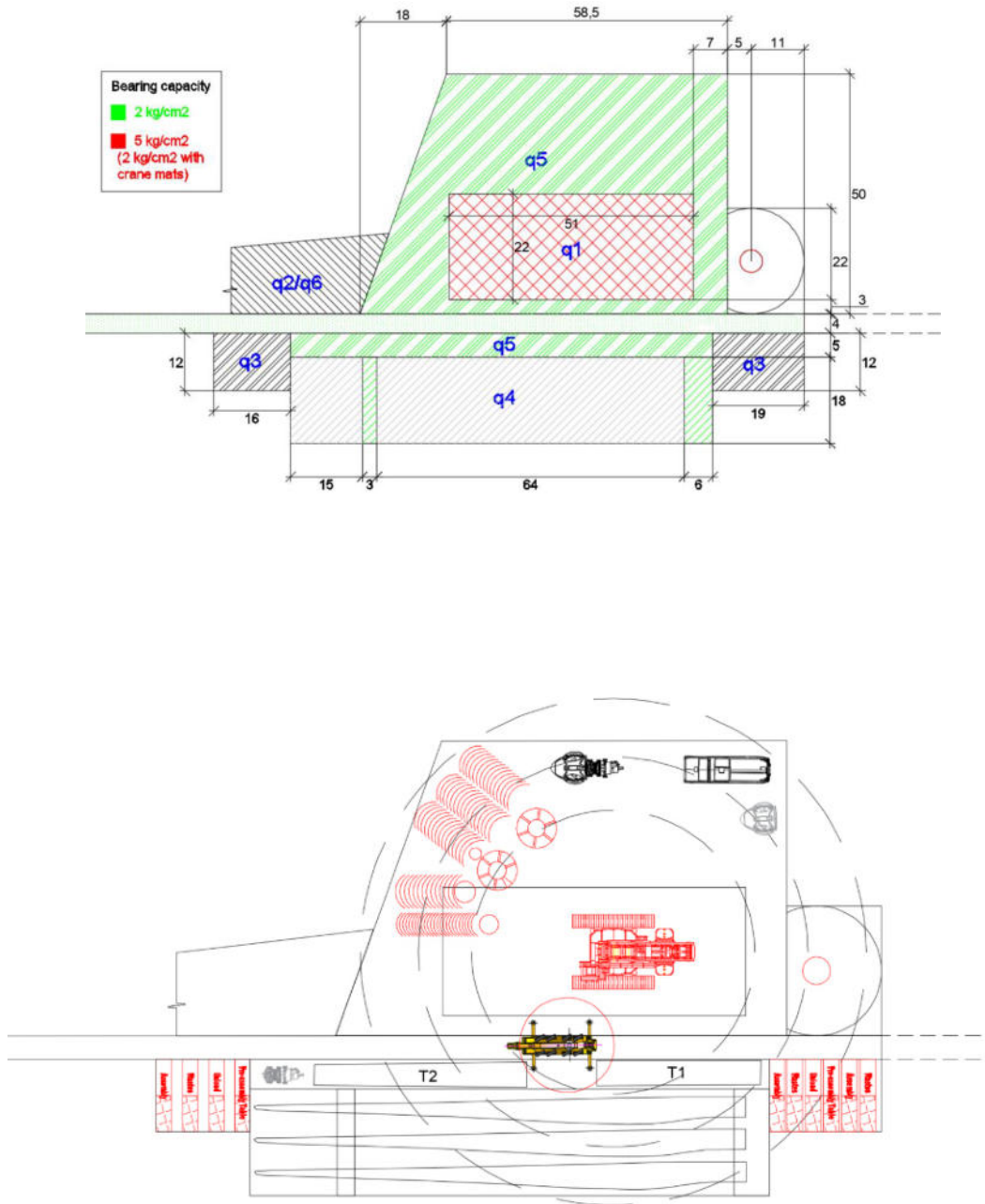


Figure 22 Model T165m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)

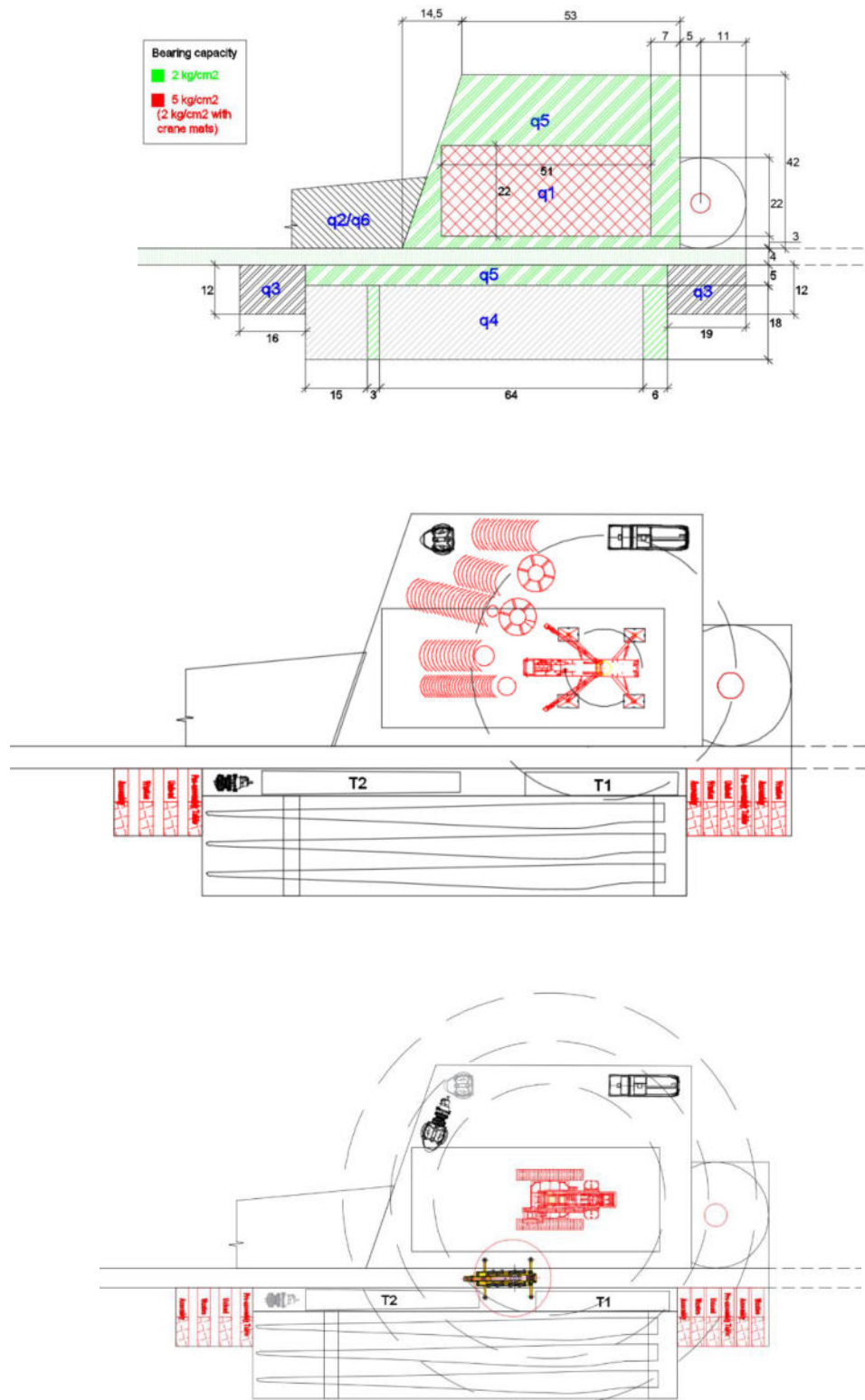


Figure 23 Model T165m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

3.2.5.10. T165m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

- Tailing crane offloading T115m

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 33m x 22m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 66.5m x 45.5m + (23m x 45.5m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
Partial storage (SGRE standard)	q1 33m x 22m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 47.5m x 45.5m + (18m x 45.5m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 19 Diemensions of the areas of the model T165m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1phase

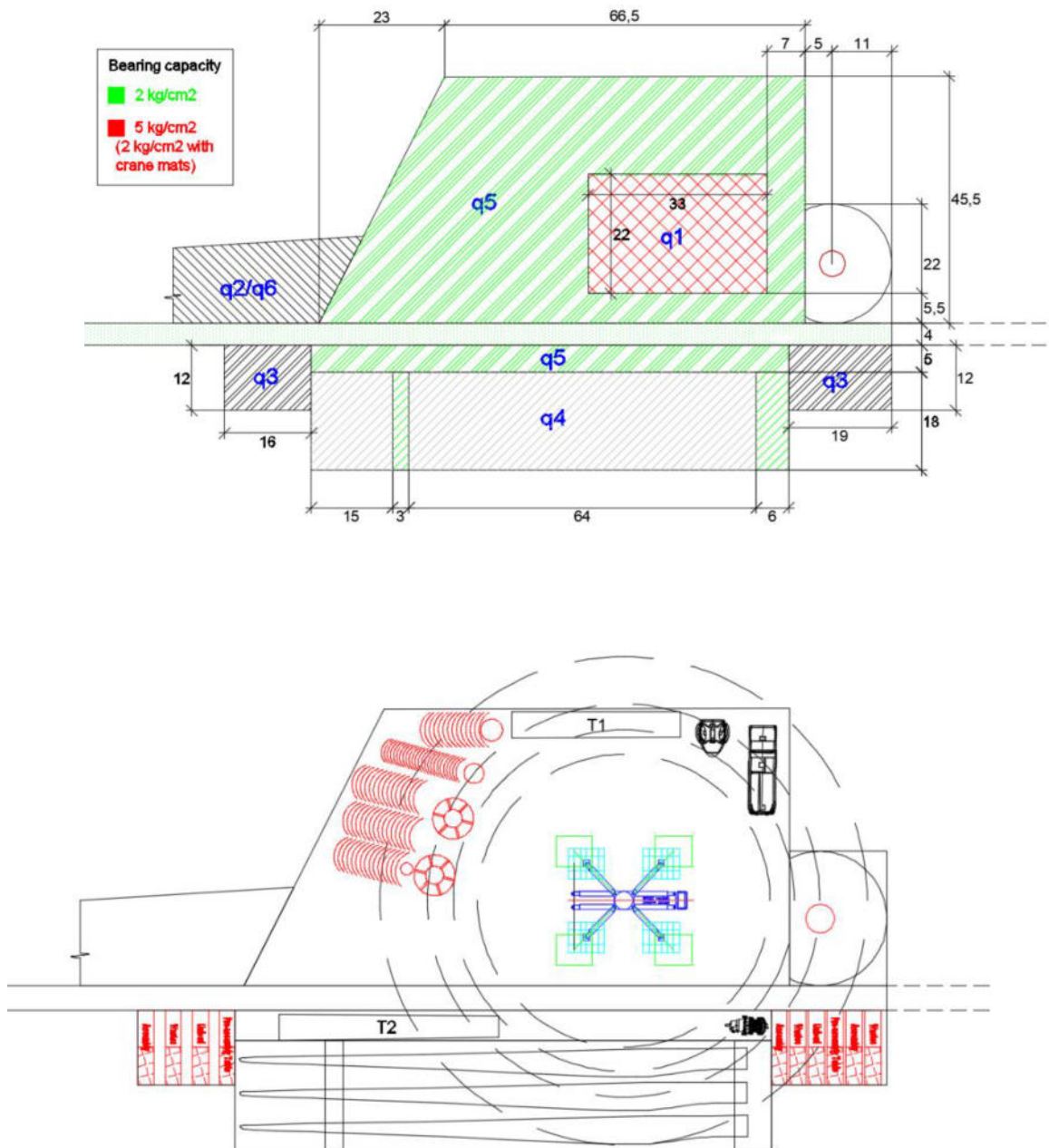


Figure 24 Model T165m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases ()SGRE standard)

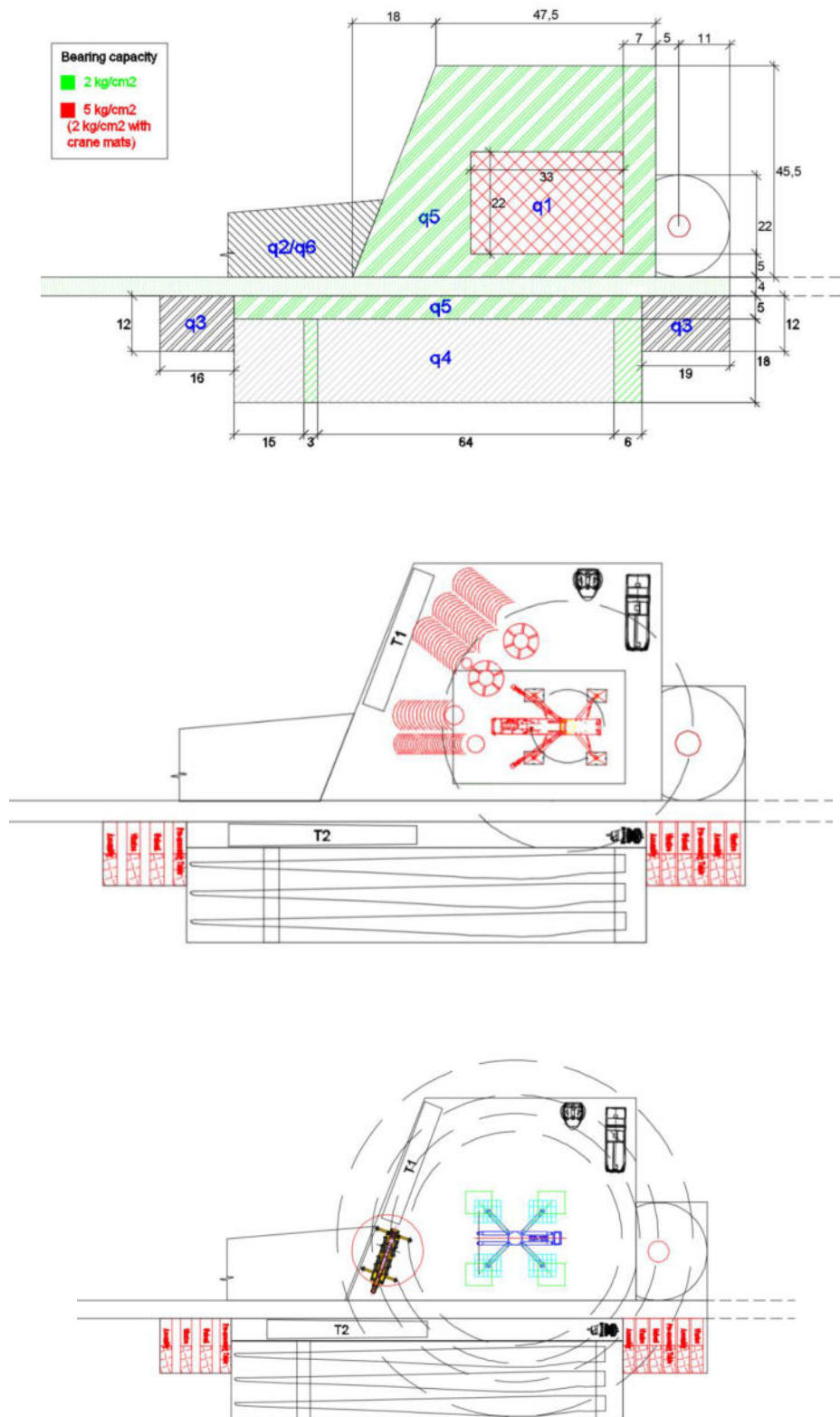


Figure 25 Model T165m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

In all hardstands, 2 additional areas of 19 m x 12 m and 16 m x 12 m will be required for storing the containers and miscellaneous items. These areas must be close to the hardstand. They can be positioned alongside the foundation providing they remain accessible for removing material by boom truck or telescopic forklift.

The blade storage area will be formed by two different zones. The first one-part is two "fingers" and these must be levelled and elevated as a minimum 1m over the surrounding terrain to avoid blade touching the ground and be able to operate the blade lifting yoke (clamber).

There must be provided also, the second part an accessible Working Area between the fingers and tip end of the blade. The working area must be levelled with the adjoining road where the blades are offloaded from. It is necessary to remove any high obstacles and trip hazards within this area to ensure safe operation.

If the blade storage area is higher or lower than the adjoining road, this must be approved by Siemens Gamesa as it will have an impact on the delivery of the blades.

The dimensions of the vehicle and crane work areas as well as the storage areas inevitably determine the configurations of the equipment used for assembly. For this reason, this section also defines some of the standard or normal conditions used to define the basic prices as well as relevant exceptional cases.

The recommendable distance from the center of the ring to the start of the useable surface of the hardstand will be 5 m. (Each specific case may be studied).

The concrete foundation pedestal and hardstand must have the same level where possible.

It can be lower with prior approval from SGRE.

If design requirements call for the foundation pedestal level to differ from the ground surface potentially the level of standard hardstand layout will differ from foundation pedestal, too. In case of a project specific evaluation together with SGRE is required (e.g adaptation of hardstand level to foundation pedestal level or change of crane set up and updated of size of the hardstand).

(Note: If opting for an elevated foundation due to design reasons, its height in relation to the hardstand should be considered as tower height.)

Intermediate hardstand adjacent to the road, but at a different level, must have a separate hardstand entrance and exit. Otherwise it must be considered end-of-road hardstand.

For end-of-road hardstands, the foundation should be at the end of the hardstand, avoiding having the foundation at the entrance of the hardstand as much as possible.

The hardstand and road must be at the same level to be able to operate support cranes located partially on hardstand and road.

3.2.6. Requirements for tower assembly with T-flange configuration between section 1 and 2

A compacted area around the tower (on top of foundation) need to be prepared in advance of start of 1st tower section installation. This is needed to enable tower access from all sides for installation of T-flange bolt joints with e.g. cherry picker (man basket).

The compacted area needs to have a minimum width of 10m for operation of cherry picker.

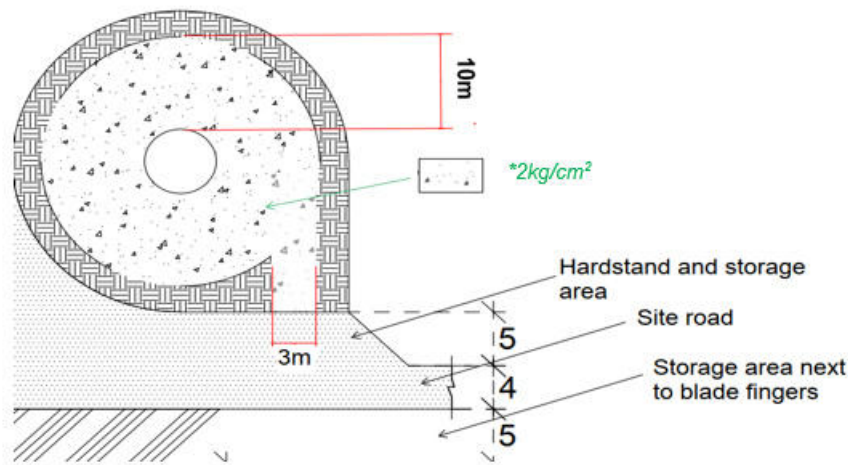


Figure 26 Example of hardstand layout and access road/ramp

Note:

If an elevated foundation is applicable a road/ramp for access to compacted must be created, too. Maximum gradient of 15% must be considered.

*The bearing capacity for the backfilling is a recommendation for complying with the CNS requirements. This number needs to fulfill also the foundation design requirements.

3.2.7. Requirements for assembly the main crane

		T100m	T101.5m	T115m	T135m	T145m	T165m MB
Mobile/ Crawler cranes	Wheeler Crane	Area for assembly and disassembly on each hardstand and along site road					
	NTC						
	WTC	Assembly area at the beginning and end of the Wind Farm or each branch					
Dimensions	In a straight line	119m	120m	134m	150m	160m	177m
	Wide	3m	3m	3m	3m	3m	3m

Table 20 Requirements for assembly the main crane

If there are several branches far away from one another, an area must be prepared for assembling and disassembling the boom of the main crane at the beginning and end of each wind farm branch or on each hardstand depending on the crane model to be used.

The boom assembly configuration and area may vary according to the crane models to be used.

If there are very steep gradients, power lines, etc., more assembly and disassembly areas for the boom of the main crane may be needed on each hardstand.

This area must have a minimum length in a straight line equal to:

- 100m tower: Tower height + 19m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)
- 101.5m tower: Tower height + 19m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)
- 115m tower: Tower height + 19m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)
- 135m tower: Tower height + 15m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)
- 145m tower: Tower height + 15m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)
- 165m tower: Tower height + 12m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)

There must be areas without vegetation, flat and compacted with a surface area of 8 m x 12 m, every 24 m along the boom for assembly for the tailing cranes operation:

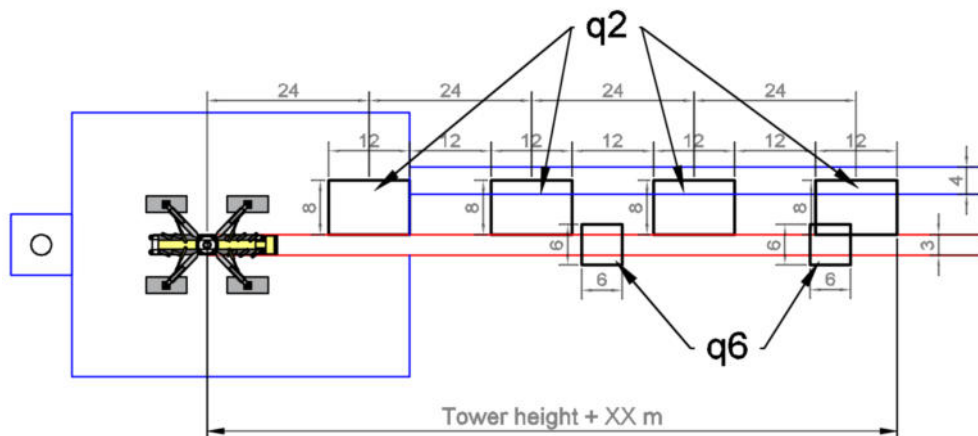


Figure 27 Distribution areas for main crane boom assembly

This area must also be as horizontal as possible, and any gradient should preferably be upward (in the direction in which the boom assembly advances). Were it downward, the boom assembly conditions would be more complex, increasing the crane means required for the assembly process. This would not be a SGRE standard and a specific study would need to be done.

Furthermore, the subgrade for assembly and disassembly of the boom, including the pre-installation crane positioning areas, must have a supporting capacity over the entire area at work level of 2 kg/cm² (approx. 0.2 MPa).

The areas for mounting and dismounting the main crane should be next to a hardstand but not overlap the hardstand area. Furthermore, they will be laid out as parallel as possible to the road reaching the hardstand, but without overlapping it, **in order to avoid invading the outgoing WF road in case of.**

3.3. Safety distance from power lines

The Orders and Regulations in force in each country must be considered where high and low-voltage lines pass over the internal wind farm roads or wind farm access roads.

Distance limits for working areas are included as a reference.

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Table 21 3.3 Safety distance from power lines to work areas

(Note)

The distances for intermediate voltage values will be calculated using linear interpolation.

Where:

- U_n - Rated voltage of the installation (kW).
- D_{PEL-1} - Distance to the outer limit of the danger area whenever there is a risk of voltage stressing due to lightning (cm).
- D_{PEL-2} - Distance to the outer limit of the danger area when there is no risk of overvoltage due to lightning (cm).

- D_{PROX-1} - Distance to the outer limit of the danger area whenever it is possible to mark out the work area accurately and control that this is not exceeded during the carrying-out of the work (cm).
- D_{PROX-2} - Distance to the outer limit of the danger area whenever it is not possible to mark out the work area accurately and control that this is not exceeded during the carrying-out of the work (cm).

4. Additional documentation

Document to be completed based on the wind farm conditions. This document will present the data for road width, longitudinal and transversal gradients, load-bearing capacity of hardstands and hardstand sizing for each wind turbine and crane model needed for assembly.

These data will give a visualization of each wind turbine of the wind farm and they will convey any needed extra methods or measures in addition to the SGRE standards.

5. Annexes

5.1. Weights and dimensions for SG 6.0-170

100m tower

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
Section 1	84,030	14.30	4.70	4.70
Section 2	79,750	21.56	4.70	4.49
Section 3	76,060	26.88	4.49	4.49
Section 4	75,790	34.45	4.49	3.50

Table 22 Weights and dimensions of T100m

101.5m tower

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange	Ø Upper Flange
Section 1	61,270	8.46	4.50	4.50
Section 2	69,800	14.84	4.50	4.50
Section 3	57,630	15.12	4.50	4.50
Section 4	53,450	17.64	4.50	4.50
Section 5	48,050	21.00	4.50	4.10
Section 6	49,720	21.85	4.10	3.50

Table 23 Weights and dimensions of T101.5

115m tower

Element		W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
50A	Section 1	84,960	13.56	4.70	4.70
	Section 2	84,330	18.20	4.70	4.44
	Section 3	84,550	23.80	4.44	4.43
	Section 4	71,770	26.88	4.43	4.02
	Section 5	63,860	29.97	4.02	3.50
51A	Section 1	86,800	11.78	4.80	4.80
	Section 2	84,640	17.92	4.80	4.79
	Section 3	81,560	21.84	4.79	4.79
	Section 4	77,290	28.00	4.79	4.79
	Section 5	72,510	32.77	4.79	3.50

Table 24 Weights and dimensions of T115m

135m tower

Element		W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
50A	Section 1	90,710	15.00	6.00	5.68
	Section 2	83,940	47.64	5.68	5.68
	Section 3	85,050	20.72	5.68	4.83
	Section 4	84,470	24.92	4.83	4.42
	Section 5	69,790	27.44	4.42	4.42
	Section 6	56,930	26.69	4.42	3.50

Table 25 Weights and dimensions of T135

145m tower

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
Section 1	83,350	12.32	6.40	6.40
Section 2	82,480	14.00	6.40	6.40
Section 3	83,110	15.68	6.40	6.40
Section 4	83,910	18.20	6.40	6.40
Section 5	73,260	18.48	6.40	5.75
Section 6	62,220	18.48	5.75	5.10
Section 7	50,400	18.48	5.10	4.45
Section 8	64,480	26.89	4.45	3.50

Table 26 Weights and dimensions of T145

165 MB tower

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
Concrete (MB)	-	98.94	9.29	4.53
Section 1	83,160	27.77	4.30	4.29
Section 2	72,290	36.00	4.29	3.50

Table 27 Weights and dimensions of T165 MB

Nacelle, incl. TU and GEN

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
Nacelle	103,508	15.03	4.20	3.50

Table 28 Weights and dimensions of Nacelle

Full Drive Train

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
Drive Train	80,790	7.60	3.20	3.13

Table 29 Weights and dimensions of full drive train

Hub

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
Hub	55,000	5.20	4.72	4.10

Table 30 Weights and dimensions of HUB

Blades

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
Blade SG5.X-170	25,000	83.50	4.50	3.40

Table 31 Weights and dimensions of Blades

Transformer Unit

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
---------	--------	-------	-----------	------------

TU	16,300	-	-	-
----	--------	---	---	---

Table 32 Weights and dimensions of Transformer unit

Generator

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
GEN	16,500	-	-	-

Table 33 Weights and dimensions of Generator

5.2. Transport requirements

(Note): The data represented below is the result of the of the study was obtained from the modelling, showing the following widening according to the cargo and bed. The values are a reference considering the transport from the item **3.1.5 Gradients and grade changes**. For each windfarm and region, please bear in mind some changes could be possible. Concerning this, a new study must be done by Logistics department according with the transport available per region/project to avoid some nonconformities.

5.3. Quality tests and requirements for civil works projects

The quality control and the requirements for the civil works design is defined according to the **GD483525-EN, Quality Test Plan for Roads and Hardstands**.

5.4. Legislations

Siemens Gamesa and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche Power - Ground and/or wind farm applications

RG7H1R EPRO-SETTE™



Unipolare da 1,8/3 kV a 26/45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 26/45 kV

Norma di riferimento

CEI 20-13 (IEC 60840 per 26/45 kV)

Standard

CEI 20-13 (IEC 60840 for 26/45 kV)

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso

Semiconduttivo interno

Elastomerico estruso (solo per cavi con tensione $\geq 6/10$ kV)

Isolante

Mescola di gomma ad alto modulo G7

Semiconduttivo esterno

Elastomerico estruso (solo per cavi con tensione $\geq 6/10$ kV)

pelabile a freddo

Schermatura

A filo di rame rosso

Guaina

PVC, di qualità Rz, colore rosso

Marcatura

PRYSMIAN (sigla sito produttivo) RG7H1R <tensione>
<sezione> <anno>

Applicazioni

I cavi possono essere forniti con caratteristiche di:

- non propagazione dell'incendio e ridotta emissione di sostanze corrosive
- ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e assenza di gas corrosivi (AFUMEX)

Accessori idonei

Terminali

ELTI (pag. 122), ELTI-1C (pag. 123), ELTO-1C (pag. 126), STI RR (pag. 130), STI GT (pag. 132), STE GT (pag. 134), FMCS 250 (pag. 136), FMCE (pag. 138), FMCTs-400 (pag. 140), FMCTXs-630/C (pag. 144)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 148), RETRACFIT (pag. 150)

Cable design

Core

Compact stranded bare copper conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded elastomeric compound
(only for rated voltage $\geq 6/10$ kV)

Insulation

High module rubber compound, G7 type

Outer semi-conducting layer

Extruded cold strippable elastomeric compound
(only for rated voltage $\geq 6/10$ kV)

Screen

Bare copper wire

Sheath

PVC, type Rz; colour red

Marking

PRYSMIAN (production site label) RG7H1R <rated voltage>
<cross-section> <year>

Applications

Cables can be supplied with the following characteristics:

- fire retardant and with low emission of corrosive substances
- low emission of opaque smoke and toxic gases and without corrosive gases (AFUMEX)

Suitable accessories

Terminations

ELTI (pag. 122), ELTI-1C (pag. 123), ELTO-1C (pag. 126), STI RR (pag. 130), STI GT (pag. 132), STE GT (pag. 134), FMCS 250 (pag. 136), FMCE (pag. 138), FMCTs-400 (pag. 140), FMCTXs-630/C (pag. 144)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 148), RETRACFIT (pag. 150)

TEMPERATURA
FUNZIONAMENTO /
OPERATING
TEMPERATURE



TEMPERATURA
CORTOCIRCUITO /
SHORT-CIRCUIT
TEMPERATURE



CEI 20-35
EN 60332



RIGIDO /
RIGID



Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA
MIN. DI POSA -0 °C /
MINIMUM
INSTALLATION
TEMPERATURE -0 °C



CANALE
INTERRATO /
BURIED
TROUGH



TUBO INTERRATO /
BURIED DUCT



ARIA LIBERA /
OPEN AIR



DIRETTAMENTE
INTERRATO /
DIRECTLY BURIED



INTERRATO CON
PROTEZIONE /
BURIED WITH
PROTECTION



Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche
Power - Ground and/or wind farm applications

RG7H1R EPRO-SETTE™

Unipolare da 1,8/3 kV a 26/45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 26/45 kV

Unipolare - conduttore di rame / Single core - copper conductor - RG7H1R

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria		posa interrata					
conductor cross-section	approximate conductor diameter	insulation thickness	maximum outer diameter	approximate weight	minimum bending radius	conductor cross-section	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm ²)	open air installation flat	trefoil	flat	trefoil	flat	trefoil	flat	trefoil
									p=1 °C m/W	p=1 °C m/W	p=1 °C m/W	p=1 °C m/W	p=2 °C m/W	p=2 °C m/W

Dati costruttivi / Construction charact. - 1,8/3 kV

10	3,8	2,0	14,0	290	180
16	4,8	2,0	15,0	350	190
25	6,0	2,0	16,7	460	210
35	7,0	2,0	17,6	560	230
50	8,2	2,0	18,9	680	240
70	9,9	2,0	21,1	910	270
95	11,6	2,0	23,1	1190	300
120	13,1	2,0	24,7	1430	320
150	14,4	2,0	26,1	1680	340
185	16,1	2,0	27,8	2050	360
240	18,5	2,0	30,2	2590	390
300	21,1	2,0	32,8	3170	430
400	23,9	2,0	35,6	3980	470
500	27,1	2,2	39,6	5050	520
630	30,7	2,4	43,9	6410	580

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 1,8/3 kV

10	111	87	104	99	79	74
16	145	114	133	126	100	94
25	190	149	171	162	128	120
35	230	181	204	193	153	143
50	276	219	241	227	179	168
70	345	276	294	278	219	205
95	422	339	351	332	260	244
120	487	393	399	377	295	277
150	550	446	445	421	328	308
185	635	516	500	477	370	349
240	745	617	580	550	426	403
300	855	709	650	620	478	452
400	990	824	735	700	540	510
500	1140	954	830	790	605	575
630	1300	1102	930	885	675	645

Dati costruttivi / Construction charact. - 3,6/6 kV

10	3,8	3,0	16,5	350	210
16	4,8	3,0	17,5	420	220
25	6,0	3,0	18,8	520	240
35	7,0	3,0	20,1	640	260
50	8,2	3,0	21,4	770	270
70	9,9	3,0	23,6	1010	300
95	11,6	3,0	25,2	1270	330
120	13,1	3,0	26,8	1520	350
150	14,4	3,0	28,1	1780	370
185	16,1	3,0	29,9	2150	390
240	18,5	3,0	32,6	2690	420
300	21,1	3,0	35,3	3320	460
400	23,9	3,0	37,7	4100	500
500	27,1	3,2	41,7	5190	550
630	30,7	3,2	46,0	6580	600

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 3,6/6 kV

10	105	87	100	95	77	73
16	137	113	128	122	99	93
25	180	150	165	156	126	119
35	219	182	197	187	151	141
50	262	219	233	220	177	168
70	329	275	286	271	216	203
95	402	337	342	324	258	242
120	465	390	389	369	292	275
150	525	443	434	412	325	306
185	605	513	492	467	367	346
240	715	609	570	540	423	400
300	820	701	640	610	475	450
400	950	813	725	690	535	510
500	1100	941	820	780	605	575
630	1260	1083	915	875	670	640

Dati costruttivi / Construction charact. - 6/10 kV

10	3,8	3,4	19,7	440	250
16	4,8	3,4	21,1	530	270
25	6,0	3,4	22,4	650	290
35	7,0	3,4	23,3	750	300
50	8,2	3,4	24,6	890	320
70	9,9	3,4	26,4	1120	340
95	11,6	3,4	28,0	1390	360
120	13,1	3,4	29,6	1650	390
150	14,4	3,4	31,2	1920	410
185	16,1	3,4	33,4	2330	440
240	18,5	3,4	35,8	2880	470
300	21,1	3,4	38,5	3510	500
400	23,9	3,4	40,9	4310	540
500	27,1	3,4	44,9	5430	590
630	30,7	3,4	49,4	6850	650

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 6/10 kV

10	105	91	98	93	77	73
16	136	117	126	120	99	93
25	178	154	163	154	127	119
35	219	186	195	185	151	141
50	260	223	231	218	177	166
70	326	279	283	268	217	203
95	398	340	340	321	258	242
120	459	395	386	366	293	275
150	520	448	431	409	326	307
185	600	516	489	464	368	347
240	705	611	565	540	424	401
300	810	703	635	605	476	451
400	935	815	720	690	535	510
500	1080	943	810	780	605	575
630	1230	1086	900	875	670	645

Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche
Power - Ground and/or wind farm applications

RG7H1R EPRO-SETTE™

Unipolare da 1,8/3 kV a 26/45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 26/45 kV

Unipolare - conduttore di rame / Single core - copper conductor - RG7H1R

sezione nominale conductor cross-section (mm²)	diametro indicativo conduttore approximate conductor diameter (mm)	spessore isolante insulation thickness (mm)	diametro esterno massimo maximum outer diameter (mm)	peso indicativo del cavo approximate weight (kg/km)	raggio minimo di curvatura minimum bending radius (mm)	posa in aria		posa interrata			
						in piano flat (A)	a trifoglio trefoil (A)	in piano p=1 °C m/W flat p=1 °C m/W (A)		a trifoglio p=2 °C m/W trefoil p=2 °C m/W (A)	
16	4,8	4,5	23,4	610	300	135	120	123	117	97	91
25	6,0	4,5	24,7	730	320	177	156	158	151	124	117
35	7,0	4,5	25,6	840	330	215	188	190	180	148	139
50	8,2	4,5	26,9	990	350	258	225	224	213	174	163
70	9,9	4,5	28,7	1230	370	323	281	276	262	212	199
95	11,6	4,5	30,3	1510	390	393	344	330	313	252	238
120	13,1	4,5	32,6	1800	420	454	398	375	357	286	270
150	14,4	4,5	33,9	2080	440	515	450	419	398	318	300
185	16,1	4,5	35,7	2460	470	590	518	475	452	359	340
240	18,5	4,5	38,1	3020	500	700	613	550	525	413	392
300	21,1	4,5	40,8	3660	530	800	704	620	590	464	441
400	23,9	4,5	43,6	4510	570	920	816	700	670	520	500
500	27,1	4,5	47,2	5600	620	1060	944	785	760	585	565
630	30,7	4,5	52,1	7090	690	1210	1087	870	850	645	630

Dati costruttivi / Construction charact. - 8,7/15 kV

16	4,8	4,5	23,4	610	300
25	6,0	4,5	24,7	730	320
35	7,0	4,5	25,6	840	330
50	8,2	4,5	26,9	990	350
70	9,9	4,5	28,7	1230	370
95	11,6	4,5	30,3	1510	390
120	13,1	4,5	32,6	1800	420
150	14,4	4,5	33,9	2080	440
185	16,1	4,5	35,7	2460	470
240	18,5	4,5	38,1	3020	500
300	21,1	4,5	40,8	3660	530
400	23,9	4,5	43,6	4510	570
500	27,1	4,5	47,2	5600	620
630	30,7	4,5	52,1	7090	690

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 8,7/15 kV

16	135	120	123	117	97	91
25	177	156	158	151	124	117
35	215	188	190	180	148	139
50	258	225	224	213	174	163
70	323	281	276	262	212	199
95	393	344	330	313	252	238
120	454	398	375	357	286	270
150	515	450	419	398	318	300
185	590	518	475	452	359	340
240	700	613	550	525	413	392
300	800	704	620	590	464	441
400	920	816	700	670	520	500
500	1060	944	785	760	585	565
630	1210	1087	870	850	645	630

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

35	7,0	5,5	27,7	940	360
50	8,2	5,5	29,0	1080	380
70	9,9	5,5	31,0	1330	400
95	11,6	5,5	33,1	1640	430
120	13,1	5,5	34,6	1920	450
150	14,4	5,5	36,0	2200	470
185	16,1	5,5	37,8	2580	490
240	18,5	5,5	40,2	3160	530
300	21,1	5,5	42,9	3800	560
400	23,9	5,5	45,7	4660	600
500	27,1	5,5	49,7	5810	660
630	30,7	5,5	54,2	7260	720

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

35	213	190	189	182	146	141
50	255	228	224	216	172	166
70	320	284	274	265	209	202
95	390	346	328	316	249	241
120	450	399	373	360	282	273
150	510	451	416	402	313	304
185	585	520	471	456	354	344
240	690	614	544	528	407	397
300	790	705	611	595	456	446
400	910	816	688	673	512	503
500	1050	944	776	761	575	568
630	1190	1087	873	856	645	637

Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche
Power - Ground and/or wind farm applications

RG7H1R EPRO-SETTE™

Unipolare da 1,8/3 kV a 26/45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 26/45 kV

Unipolare da 1,8/3 kV a 45 kV / Single core from 1,8/3 kV to 45 kV

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria		posa interrata					
conductor cross-section	approximate conductor diameter	insulation thickness	maximum outer diameter	approximate weight	minimum bending radius	conductor cross-section	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm ²)	open air installation flat	trefoil	flat	trefoil	flat	trefoil	flat	trefoil
							(A)	(A)	p=1 °C m/W	p=1 °C m/W	p=2 °C m/W	p=2 °C m/W	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

35	7,0	8,0	34,6	1290	450
50	8,2	8,0	34,8	1390	450
70	9,9	8,0	36,6	1660	480
95	11,6	8,0	38,3	1940	500
120	13,1	8,0	39,8	2230	520
150	14,4	8,0	41,2	2520	540
185	16,1	8,0	43,4	2960	570
240	18,5	8,0	45,8	3560	600
300	21,1	8,0	48,5	4240	640
400	23,9	8,0	51,3	5120	680
500	27,1	8,0	55,3	6300	730
630	30,7	8,0	59,8	7790	790

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

35	211	191	187	181	146	142
50	253	229	222	214	172	166
70	316	285	272	263	210	203
95	386	347	325	314	250	242
120	445	400	370	358	283	275
150	505	452	413	400	315	306
185	580	520	467	453	355	345
240	680	614	539	525	408	398
300	775	704	606	593	457	448
400	895	815	684	671	514	506
500	1030	943	775	761	580	572
630	1170	1085	874	860	650	644

Dati costruttivi / Construction charact. - 26/45 kV

70	9,9	10,0	42,2	2010	550
95	11,6	10,0	44,3	2360	580
120	13,1	10,0	45,9	2660	600
150	14,4	9,0	45,1	2810	590
185	16,1	9,0	46,9	3220	620
240	18,5	9,0	49,3	3840	650
300	21,1	9,0	52,6	4590	690
400	23,9	9,0	55,1	5440	730
500	27,1	9,0	59,1	6640	780
630	30,7	9,0	63,3	8150	840

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 26/45 kV

70	318	285	264	256	205	199
95	385	346	315	305	243	237
120	443	398	358	348	275	269
150	502	449	400	389	305	299
185	576	516	451	441	344	338
240	675	609	520	511	395	390
300	769	698	585	575	442	438
400	881	807	661	654	498	495
500	1014	933	742	739	557	558
630	1178	1069	848	836	635	630

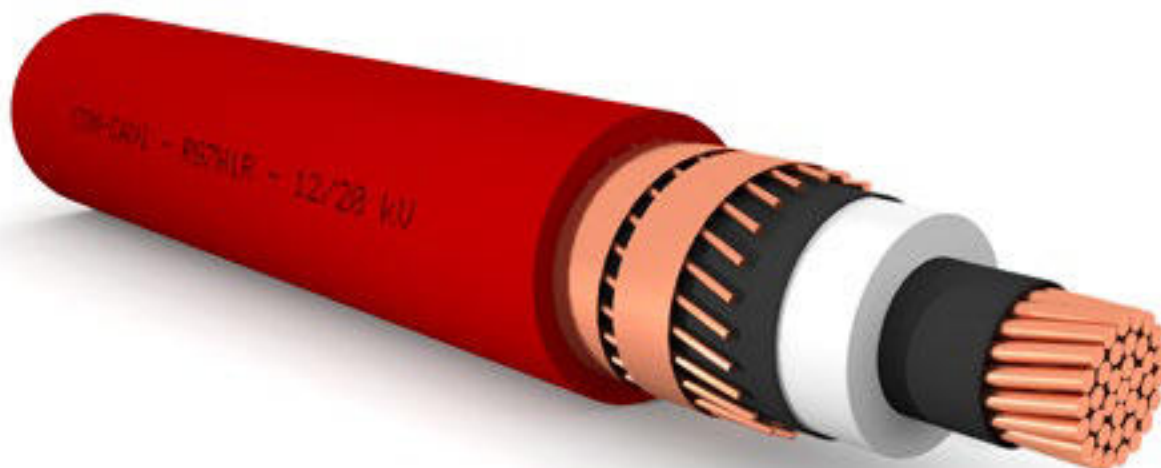
RG7H1R 1.8/3 kV - 26/45 kV

MEDIA TENSIONE - SENZA PIOMBO
MEDIUM VOLTAGE - LEAD-FREE



RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	IEC 60502 CEI 20-13
Misura delle scariche parziali/Measurement of partial discharges	CEI 20-16 IEC 60885-3
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI EN 60332-1-2



Le immagini sono puramente illustrative e coperte da copyright ©

DESCRIZIONE:

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo.
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

DESCRIPTION:

Single-core cables, insulated with HEPR rubber of G7 quality, under PVC sheath.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Nominal voltage U_0/U : 1,8/3 ÷ 26/45 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Min. operating temperature: -15°C (without mechanical shocks)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Recommended minimum bending radius: 12 times the cable diameter.
- Recommended maximum tensile stress: 60 N/mm² of the cross-section of the copper

USE AND INSTALLATION

Suitable for energy transmission between transformer rooms and big power users. For laying on air, into tube or open pass. Can be laid underground, also if not protected, complying with art. 4.3.11 of CEI 11-17 standard.

RG7H1R 1.8/3 kV - 26/45 kV

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION



CONDUTTORE

Materiale: Rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2

CONDUCTOR

Material: Plain copper, compact stranded wire, class 2



STRATO SEMICONDUCTORE

Materiale: Estruso (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV)

SEMICONDUCTOR LAYER

Material: Extruded (only cables $U_0/U \geq 6/10$ kV)



ISOLAMENTO

Materiale: Gomma HEPR, qualità G7, **SENZA PIOMBO** (HD 620 DHI 2)

INSULATION

Material: : HEPR rubber, G7 quality, **LEAD FREE** (HD 620 DHI 2)



STRATO SEMICONDUCTORE

Materiale: Estruso, pelabile a freddo (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV)

SEMICONDUCTOR LAYER

Material: Extruded, cold stripping (only cables $U_0/U \geq 6/10$ kV)



SCHERMO

Tipo: Fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale

SCREEN

Type: Plain copper wires with helically wound copper tape



GUAINA ESTERNA

Materiale: Mescola a base di PVC, qualità Rz
Colore: Rosso

OUTER SHEATH

Material: PVC based compound, Rz quality
Colour: Red

N.B. Il cavo può essere fornito nella versione tripolare riunito ad elica visibile. In tal caso la sigla di designazione diventa RG7H1RX seguita dalla tensione nominale di esercizio.
N.B. The cable can be built in the three-pole version with helically wound cores. In this case, the initials becomes RG7H1RX, followed by rated voltage.

RG7H1R 1,8/3 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 3,6 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 10	4,0	2,0	14,0	290,0	87,0	111,0	99,0	104,0
1 x 16	4,8	2,0	15,0	350,0	114,0	145,0	126,0	133,0
1 x 25	6,0	2,0	16,0	450,0	149,0	190,0	162,0	171,0
1 x 35	7,0	2,0	17,0	550,0	181,0	230,0	193,0	204,0
1 x 50	8,1	2,0	18,5	670,0	219,0	276,0	227,0	241,0
1 x 70	9,7	2,0	20,5	880,0	275,0	345,0	278,0	294,0
1 x 95	11,4	2,0	22,0	1100,0	339,0	422,0	332,0	351,0
1 x 120	12,9	2,0	24,5	1400,0	393,0	487,0	377,0	399,0
1 x 150	14,3	2,0	26,0	1650,0	446,0	550,0	421,0	445,0
1 x 185	16,0	2,0	27,5	2000,0	516,0	635,0	477,0	500,0
1 x 240	18,3	2,0	30,0	2550,0	617,0	745,0	550,0	580,0
1 x 300	21,0	2,0	32,5	3150,0	709,0	855,0	621,0	650,0
1 x 400	23,2	2,0	35,5	3950,0	824,0	990,0	702,0	735,0
1 x 500	26,1	2,2	40,0	5050,0	954,0	1140,0	790,0	830,0
1 x 630	30,3	2,4	44,0	6300,0	1102,0	1300,0	885,0	930,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W

* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz			Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat		
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	μF/km	
1 x 10	1,83	2,34	2,34	0,13	0,19	0,19	
1 x 16	1,15	1,47	1,47	0,12	0,18	0,23	
1 x 25	0,727	0,927	0,927	0,12	0,18	0,27	
1 x 35	0,524	0,669	0,668	0,11	0,17	0,30	
1 x 50	0,387	0,494	0,494	0,11	0,16	0,34	
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,10	0,16	0,40	
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,098	0,16	0,45	
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,095	0,15	0,50	
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,092	0,15	0,55	
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,089	0,15	0,60	
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0974	0,086	0,14	0,68	
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0781	0,084	0,14	0,75	
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0628	0,083	0,14	0,83	
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0492	0,081	0,14	0,88	
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0392	0,079	0,14	0,92	

RG7H1R 3,6/6 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 7,2 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 10	4,0	3,0	16,0	330,0	87,0	105,0	95,0	100,0
1 x 16	4,8	3,0	17,0	410,0	113,0	136,0	122,0	128,0
1 x 25	6,0	3,0	18,5	510,0	150,0	180,0	156,0	165,0
1 x 35	7,0	3,0	20,0	630,0	182,0	220,0	187,0	197,0
1 x 50	8,1	3,0	21,5	750,0	219,0	261,0	220,0	233,0
1 x 70	9,7	3,0	23,5	1010,0	275,0	328,0	271,0	286,0
1 x 95	11,4	3,0	25,0	1250,0	337,0	402,0	324,0	342,0
1 x 120	12,9	3,0	26,5	1500,0	390,0	465,0	370,0	390,0
1 x 150	14,3	3,0	28,0	1800,0	443,0	525,0	412,0	435,0
1 x 185	16,0	3,0	30,0	2100,0	512,0	605,0	468,0	491,0
1 x 240	18,3	3,0	32,5	2650,0	608,0	715,0	540,0	570,0
1 x 300	21,0	3,0	35,3	3200,0	700,0	820,0	610,0	640,0
1 x 400	23,2	3,0	37,5	4000,0	813,0	950,0	690,0	725,0
1 x 500	26,1	3,2	41,6	5100,0	940,0	1100,0	780,0	820,0
1 x 630	30,3	3,2	46,0	6500,0	182,0	1260,0	875,0	915,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W

* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	
1 x 10	1,83	2,34	2,34	0,14	0,20	0,15
1 x 16	1,15	1,47	1,47	0,14	0,19	0,17
1 x 25	0,727	0,927	0,927	0,13	0,18	0,20
1 x 35	0,524	0,669	0,668	0,12	0,18	0,23
1 x 50	0,387	0,494	0,494	0,11	0,17	0,25
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,11	0,17	0,29
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,10	0,16	0,33
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,10	0,16	0,37
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,097	0,16	0,40
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,094	0,16	0,44
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0974	0,091	0,15	0,49
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0781	0,089	0,15	0,54
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0628	0,087	0,15	0,60
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0492	0,084	0,14	0,64
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0392	0,082	0,14	0,72

RG7H1R 6/10 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 12 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 10	4,0	3,4	19,5	420,0	91,0	105,0	93,0	98,0
1 x 16	4,8	3,4	21,0	530,0	117,0	136,0	120,0	128,0
1 x 25	6,0	3,4	22,2	650,0	154,0	178,0	155,0	163,0
1 x 35	7,0	3,4	23,0	760,0	186,0	219,0	185,0	195,0
1 x 50	8,1	3,4	24,5	880,0	223,0	260,0	218,0	231,0
1 x 70	9,7	3,4	26,5	1100,0	279,0	325,0	270,0	285,0
1 x 95	11,4	3,4	28,0	1400,0	340,0	398,0	320,0	340,0
1 x 120	12,9	3,4	29,3	1630,0	395,0	460,0	365,0	385,0
1 x 150	14,3	3,4	31,0	1900,0	448,0	520,0	410,0	432,0
1 x 185	16,0	3,4	33,0	2350,0	516,0	600,0	464,0	490,0
1 x 240	18,3	3,4	35,6	2900,0	610,0	705,0	540,0	565,0
1 x 300	21,0	3,4	38,5	3500,0	703,0	810,0	605,0	635,0
1 x 400	23,2	3,4	41,0	4300,0	815,0	935,0	690,0	720,0
1 x 500	26,1	3,4	45,0	5420,0	945,0	1080,0	780,0	810,0
1 x 630	30,3	3,4	48,0	6850,0	1085,0	1230,0	875,0	900,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W

* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz			Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat		
						Ω/Km	
n° x mm ²	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	μF/km	
1 x 10	1,83	2,34	2,34	0,16	0,21	0,16	
1 x 16	1,15	1,47	1,47	0,15	0,20	0,18	
1 x 25	0,727	0,927	0,927	0,14	0,19	0,21	
1 x 35	0,524	0,669	0,669	0,13	0,19	0,23	
1 x 50	0,387	0,494	0,494	0,12	0,18	0,26	
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,12	0,17	0,29	
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,11	0,17	0,32	
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,11	0,16	0,36	
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,10	0,16	0,38	
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,10	0,16	0,42	
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0973	0,097	0,16	0,47	
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0780	0,095	0,15	0,52	
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0617	0,092	0,15	0,57	
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0490	0,089	0,15	0,64	
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0390	0,087	0,15	0,73	

RG7H1R 8,7/15 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 17,5 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 16	4,8	4,5	23,3	650,0	120,0	135,0	118,0	123,0
1 x 25	6,0	4,5	24,5	750,0	155,0	177,0	152,0	158,0
1 x 35	7,0	4,5	25,8	850,0	190,0	215,0	181,0	190,0
1 x 50	8,1	4,5	27,0	1000,0	225,0	258,0	213,0	224,0
1 x 70	9,7	4,5	28,5	1200,0	282,0	323,0	262,0	276,0
1 x 95	11,4	4,5	30,1	1500,0	345,0	393,0	313,0	330,0
1 x 120	12,9	4,5	32,5	1900,0	400,0	455,0	358,0	375,0
1 x 150	14,3	4,5	33,5	2100,0	450,0	515,0	396,0	420,0
1 x 185	16,0	4,5	35,5	2500,0	518,0	590,0	453,0	475,0
1 x 240	18,3	4,5	38,0	3030,0	615,0	700,0	525,0	550,0
1 x 300	21,0	4,5	41,0	3800,0	704,0	800,0	590,0	620,0
1 x 400	23,2	4,5	43,3	4600,0	816,0	920,0	670,0	700,0
1 x 500	26,1	4,5	47,4	5700,0	945,0	1060,0	760,0	785,0
1 x 630	30,3	4,5	52,6	7100,0	1088,0	1210,0	850,0	870,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	
1 x 16	1,15	1,47	1,47	0,15	0,21	0,15
1 x 25	0,727	0,927	0,927	0,14	0,20	0,18
1 x 35	0,524	0,669	0,669	0,14	0,19	0,19
1 x 50	0,387	0,494	0,494	0,13	0,19	0,21
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,12	0,18	0,24
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,12	0,17	0,26
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,11	0,17	0,29
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,11	0,17	0,31
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,11	0,16	0,34
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0973	0,10	0,16	0,37
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0780	0,099	0,16	0,42
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0617	0,096	0,15	0,45
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0490	0,092	0,15	0,51
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0390	0,090	0,15	0,58

RG7H1R 12/20 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics **U max: 24 kV**

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 35	7,0	5,5	27,7	960,0	190,0	213,0	182,0	189,0
1 x 50	8,1	5,5	29,0	1100,0	230,0	255,0	216,0	225,0
1 x 70	9,7	5,5	30,5	1350,0	285,0	320,0	265,0	275,0
1 x 95	11,4	5,5	33,0	1650,0	348,0	390,0	315,0	329,0
1 x 120	12,9	5,5	34,8	1950,0	400,0	450,0	360,0	374,0
1 x 150	14,3	5,5	36,2	2300,0	450,0	510,0	402,0	416,0
1 x 185	16,0	5,5	37,6	2600,0	520,0	585,0	455,0	472,0
1 x 240	18,3	5,5	40,2	3200,0	615,0	690,0	528,0	545,0
1 x 300	21,0	5,5	43,0	3900,0	705,0	790,0	595,0	611,0
1 x 400	23,2	5,5	45,8	4800,0	815,0	910,0	674,0	690,0
1 x 500	26,1	5,5	50,0	5900,0	945,0	1050,0	762,0	776,0
1 x 630	30,3	5,5	54,0	7300,0	1087,0	1190,0	858,0	875,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
 * Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	
1 x 35	0,524	0,669	0,669	0,14	0,20	0,17
1 x 50	0,387	0,494	0,494	0,13	0,19	0,18
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,13	0,19	0,21
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,12	0,18	0,23
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,12	0,18	0,25
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,11	0,17	0,27
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,11	0,17	0,29
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,11	0,16	0,32
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,10	0,16	0,35
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,099	0,16	0,39
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0489	0,096	0,15	0,43
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,093	0,15	0,49

RG7H1R 18/30 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 36 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1400,0	229,0	250,0	214,0	222,0
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1700,0	285,0	316,0	263,0	272,0
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1950,0	347,0	387,0	314,0	325,0
1 x 120	12,9	8,0	40,0	2230,0	401,0	445,0	358,0	370,0
1 x 150	14,3	8,0	41,0	2550,0	452,0	505,0	400,0	415,0
1 x 185	16,0	8,0	43,1	3000,0	520,0	580,0	453,0	469,0
1 x 240	18,3	8,0	45,0	3600,0	615,0	680,0	525,0	540,0
1 x 300	21,0	8,0	47,0	4300,0	705,0	775,0	593,0	606,0
1 x 400	23,2	8,0	51,1	5200,0	815,0	895,0	671,0	685,0
1 x 500	26,1	8,0	53,0	6300,0	943,0	1030,0	761,0	775,0
1 x 630	30,3	8,0	60,2	7800,0	1085,0	1170,0	860,0	875,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W

* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 105°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 105°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	
1 x 50	0,387	0,494	0,494	0,15	0,20	0,15
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,14	0,20	0,16
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,13	0,19	0,18
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,13	0,18	0,19
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,12	0,18	0,20
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,12	0,18	0,22
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,11	0,17	0,24
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,11	0,17	0,27
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,11	0,16	0,29
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0489	0,10	0,16	0,32
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,099	0,16	0,36

RG7H1R 26/45 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics **U max: 52 kV**

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	260,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	355,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0
1 x 300	21,0	9,0	52,2	4725,0	695,0	760,0	570,0	580,0
1 x 400	23,2	9,0	54,8	5635,0	800,0	875,0	650,0	655,0
1 x 500	26,1	9,0	58,6	6825,0	930,0	1010,0	735,0	740,0
1 x 630	30,3	9,0	62,7	8260,0	1070,0	1180,0	835,0	845,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
 * Ground thermal resistivity 100°C cm/W

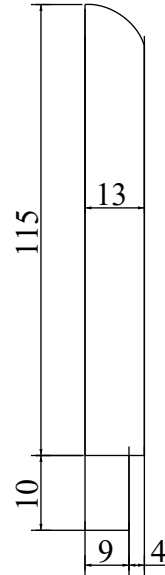
Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat	
		Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,15	0,21	0,15
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,14	0,20	0,16
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,14	0,20	0,18
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,13	0,19	0,20
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,13	0,19	0,21
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,12	0,18	0,23
1 x 300	0,0601	0,0797	0,0779	0,12	0,18	0,26
1 x 400	0,0470	0,0638	0,0616	0,11	0,17	0,28
1 x 500	0,0366	0,0517	0,0489	0,11	0,17	0,31
1 x 630	0,0283	0,0425	0,0389	0,10	0,16	0,34

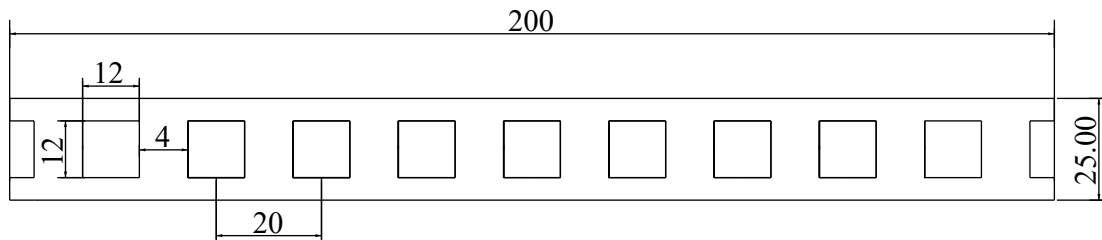
Recinzione a paletto modulare Mod 01



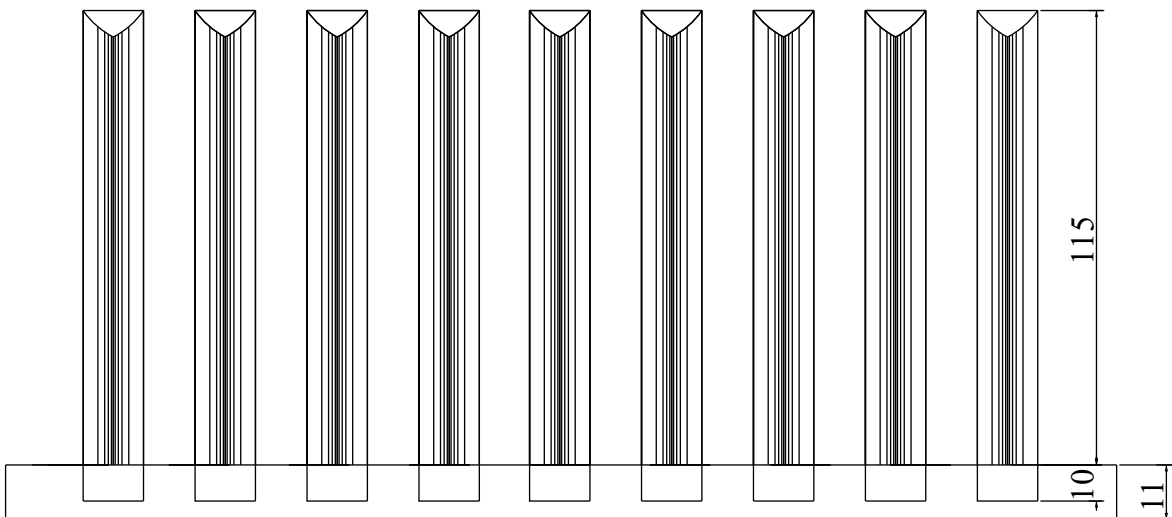
Frontale



Laterale

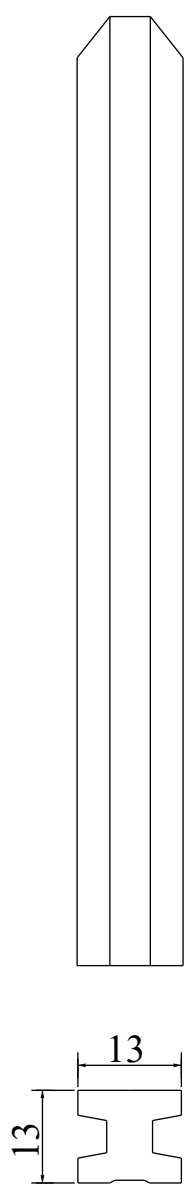


Basamento



Composizione

Paletti in cls per recinzioni modulari



H. MAX
cm 200



H. MAX
cm 380





Cancelli scorrevoli

Struttura autoportante, elevati standard di sicurezza, completamente premontati



Perché scegliere Hörmann

Una tecnologia veramente innovativa

Cancelli scorrevoli Hörmann dal design esigente

La chiusura ideale per larghi ingressi

I cancelli scorrevoli Hörmann in robusti profili in acciaio vengono forniti come elemento completo, con una larghezza d'apertura di fino a 16 m. Così in caso di impianti in contrapposti si può raggiungere una larghezza di 32 metri. La struttura è autoportante.

I vantaggi: minimi lavori di fondamenta, nessun montaggio guide, nessuna anomalia di scorrimento del cancello in caso di neve, ghiaccio o più in generale sporco.

Sempre perfettamente allineato

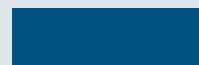
Grazie al precaricamento della struttura si riduce la flessione. Un elemento tenditore consente di correggere anche successivamente il livello d'altezza del bordo anteriore. Il battente è quindi esattamente allineato all'ingresso.

Motorizzazione elettrica HSA su richiesta con comando a uomo presente o ad impulsi

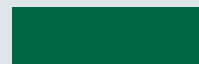
La motorizzazione è montata nel longherone inferiore portante: non visibile e protetta dagli agenti atmosferici. La trasmissione di forza ad accoppiamento di attrito e senza gioco, il riduttore a vite senza fine esente da manutenzione con motore trifase flangiato e lo sblocco per azionamento manuale contraddistinguono il cancello scorrevole HSA. Il tutto viene fornito completamente montato: la motorizzazione e la centralina di comando sono precablate, il quadro di comando o l'armadio elettrico come unità impermeabile. Cinque costole di sicurezza in autodiagnosi combinate con il comando automatico Vi offrono un elevato standard di sicurezza.

Gamma colori secondo classificazione RAL

Potete scegliere tra 7 colori standard e colori speciali disponibili su richiesta.



RAL 5010
Blu genziana



RAL 6005
Verde muschio



RAL 7016
Grigio antracite



RAL 7030
Grigio pietra



RAL 7032
Grigio ghiaia



RAL 9010
Bianco puro



Grigio argento
(effetto zincato)*

* non per HS Alu

1

Nastri di alluminio supplementari*

Su entrambi i lati del cancello sul bordo superiore del battente sono applicati nastri di alluminio*. Questo sistema impedisce il contatto diretto delle ruote di scorrimento con il pregiato rivestimento del cancello. La bella estetica originale quindi non ne viene intaccata.

* Per il tipo HS compresi nella fornitura, per il tipo HSS/HS Alu disponibili su richiesta.

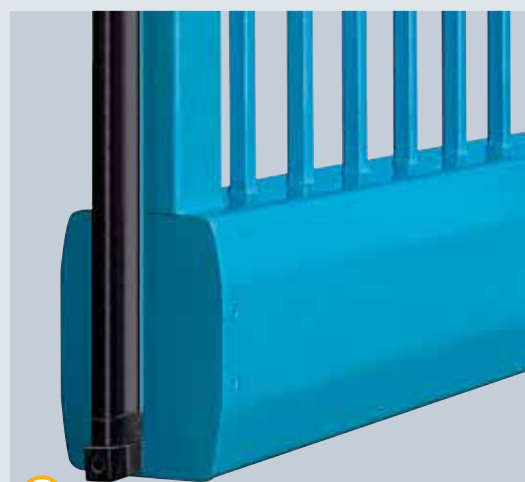
2

Comando automatico sicuro

Cinque costole di sicurezza in autodiagnosi consentono l'immediato arresto del cancello – anche di fronte alla minima resistenza – garantendo la massima sicurezza sia per le persone che per gli autoveicoli.



1



2



3

3

Elettronica di comando molto affidabile

L'elettronica di comando è integrata nelle colonnine, dalla parte del cortile. Per eventuali lavori di manutenzione e di impostazione basta aprire l'apposito sportello. Con il telecomando codificabile a scelta, l'apertura del cancello diventa molto agevole per gli autisti del Vostro autoparco, che possono rimanere comodamente seduti nel veicolo. Un vantaggio soprattutto per cancelli con elevata frequenza d'uso.

Efficiente elettronica per tutte le funzioni di comando

- Valutazione dei bordi sensibili
- Radiocomando
- Sistema lettore badges
- Temporizzazione automatica di chiusura / apertura
- Circuiti induttivi da affogare a pavimento
- Focellule
- Display: APERTO, CHIUSO, CANCELLO IN MOVIMENTO

Tecnica innovativa del cancello

Il dettaglio fa la differenza



Funzionamento manuale in caso di black-out

In caso di black-out l'ingranaggio può essere commutato in modo semplice e rapido dal funzionamento elettrico al funzionamento manuale d'emergenza. Successivamente il cancello può essere facilmente aperto o chiuso manualmente.



Motorizzazione per cancelli scorrevoli incorporata in modo invisibile nel longherone inferiore

È la soluzione migliore non solo dal punto di vista estetico, ma anche per la protezione da agenti atmosferici e manipolazioni non autorizzate (ved. Fig. pag. 3).



Robuste ruote di scorrimento in poliammide

Il poliammide è un materiale resistente all'abrasione, quindi l'usura e la manutenzione necessaria risulta minima. Grazie al doppio cuscinetto a sfere è garantito un movimento silenzioso.



Ruote di scorrimento con rivestimento speciale

Massima silenziosità di marcia e protezione da rumori grazie ai galoppini in materiale sintetico su cuscinetto volvente.

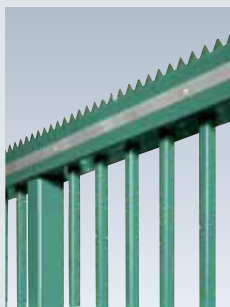


Bordi sensibili

I cinque bordi sensibili installati sul battente e sulla colonna di guida prevengono eventuali infortuni e danni materiali causati dal movimento di apertura e chiusura del cancello.

Accessori disponibili

Accessori su richiesta



Protezione antiscavalramento

La protezione antiscavalramento è costituita da una barra dentellata di 50 mm di altezza, saldata per l'intera lunghezza del longherone superiore.



Lampeggiante a flash

Il lampeggiante a flash integrato serve da misura di sicurezza per evitare infortuni.



Raccordo per recinzione

Il raccordo per recinzione presente su un solo lato sulla colonna di guida o sul montante di battuta è perfettamente abbinato al design dei cancelli.



Lampeggiante rotante a LED

I lampeggianti rotanti montati sullo zoccolo della colonna di guida sono disponibili a richiesta anche con gabbia di protezione.



Cancelletto pedonale

Il cancelletto ad un battente è disponibile con 1000 mm di larghezza e da 800 a 2400 mm di altezza.



Strisce antinfortunistiche

Le strisce antinfortunistiche riflettenti di colore rosso / bianco sono fissate al longherone inferiore su entrambi i lati.



Citofono

Affinché gli ospiti possano annunciarsi presso il portiere o al centralino è possibile montare un citofono nella colonna di guida o nel montante di battuta.



Temporizzatore stagionale

Imposta il funzionamento automatico OFF / ON tenendo comunque presenti i giorni festivi.

Cancelli scorrevoli in acciaio HSS

L'esecuzione di base fino a 9 m di larghezza cancello

Il cancello scorrevole HSS Hörmann è composto di singoli componenti di alta qualità, prodotti con un modernissimo procedimento che ne ottimizza i costi. Esso offre una soluzione completa studiata fin nel dettaglio e si adatta perfettamente al suo ambiente circostante. Non ha niente da invidiare al cancello scorrevole HS né per quanto riguarda la sicurezza né la qualità.

In base alla larghezza del Vostro ingresso potrete scegliere tra due tipi di cancello e varianti di equipaggiamento supplementari:

HSS 160

Altezza longherone inferiore 160 mm /
profondità longherone inferiore 165 mm
Larghezza passaggio netto fino a 7000 mm
Potenza motorizzazione 0,18 kW

HSS 200

Altezza longherone inferiore 200 mm /
profondità longherone inferiore 165 mm
Larghezza passaggio netto fino a 9000 mm
Potenza motorizzazione 0,37 kW



Equipaggiamenti supplementari per cancello scorrevole HSS

- Altezze intermedie
- Superficie nei colori RAL a scelta
- Sagoma per foratura come kit ausiliario di montaggio
- Strisce antinfortunistiche riflettenti sul longherone inferiore
- Protezione antiscavalcamento (barra dentellata) a partire da un'altezza di 1,8 m
- Listello antiusura per longherone superiore, in alluminio, su entrambi i lati
- Raccordo per recinzione su entrambi i lati, fissato sul cancello
- Cancellotto pedonale, 1000 mm di larghezza
- Bordi sensibili antinfortunistici
- Lampeggiante a flash
- Citofono

Tabella dimensioni

Altezza telaio cancello	2000	HSS 160					HSS 200	
	1800							
	1600							
	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	

Larghezza passaggio netto

Cancelli scorrevoli in acciaio HS

L'esecuzione 'su misura' fino ad una larghezza cancello di 16 m

Il primo impatto è determinante! Quindi è importante che il partner commerciale, il visitatore o i collaboratori, quando entrano in azienda dal cortile, abbiano subito la prima giusta impressione.

La soluzione giusta è una vasta scelta di possibilità di realizzazione, perché esigenze diverse richiedono soluzioni personalizzate.

A seconda della larghezza dell'ingresso potrete scegliere tra quattro tipi di cancelli e molte varianti di equipaggiamento supplementari:

HS 160

Altezza longherone inferiore 160 mm /
profondità longherone inferiore 165 mm
Larghezza passaggio netto fino a 6000 mm
Potenza motorizzazione 0,18 kW

HS 200

Altezza longherone inferiore 200 mm /
profondità longherone inferiore 165 mm
Larghezza passaggio netto fino a 9000 mm
Potenza motorizzazione 0,37 kW

HS 280

Altezza longherone inferiore 280 mm /
profondità longherone inferiore 200 mm
Larghezza passaggio netto fino a 12000 mm
Potenza motorizzazione 0,75 kW

HS 400

Altezza longherone inferiore 400 mm /
profondità longherone inferiore 200 mm
Larghezza passaggio netto fino a 16000 mm
Potenza motorizzazione 0,75 kW



Equipaggiamenti supplementari per cancello scorrevole HS

- Altezze e larghezze intermedie
- Superficie nei colori RAL a scelta
- Sagoma per foratura come kit ausiliario di montaggio
- Piano delle fondamenta speciale in base alle caratteristiche sul posto
- Riempimenti del battente speciali
- Cannello scorrevole con altezza fino a 2000 mm adattata alla pendenza del piazzale, pendenza max. 3 %, incl. freno in caso di manovra d'emergenza.
- Strisce antinfortunistiche riflettenti sul longherone inferiore
- Cassaforte a chiave F 3100, montata nella colonna di guida
- Dispositivo di avvio rallentato
- Protezione antiscavalramento (barra dentellata) a partire da un'altezza di 1,8 m
- Raccordo per recinzione su entrambi i lati, fissato sul cancello
- Cannello pedonale, 1000 mm di larghezza
- Bordi sensibili supplementari
- Lampeggiante a flash o rotante
- Citofono
- Circuiti induttivi a pavimento
- Costola di sicurezza supplementare
- Temporizzatore settimanale / stagionale
- Sistema a scorrimento rapido

Tabella dimensioni

Altezza telaio cancello	2400													
	2200													
	2000	HS 160	HS 160	HS 200				HS 200	HS 280	HS 280	HS 400			
	1800	HS 200	HS 200	HS 200				HS 200	HS 280	HS 280	HS 400			
	1600	HS 280	HS 280	HS 200				HS 200	HS 280	HS 280	HS 400			
	1200													
	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000	16000	

Larghezza passaggio netto

Cancelli scorrevoli in alluminio HS Alu

L'esecuzione di base fino a 13 m di larghezza

Con il nuovo cancello scorrevole in alluminio HS Alu, Hörmann offre un'alternativa per grandi varchi. Grazie alla struttura modulare brevettata del longherone inferiore è possibile realizzare cancelli con transito netto fino a 13 m a costi contenuti. La striscia color argento integrata conferisce a questi robusti cancelli un design slanciato ed inconfondibile.

In base alla larghezza del Vostro ingresso potrete scegliere tra quattro tipi di cancello e numerose varianti di equipaggiamento supplementari:

HS Alu 200

Altezza longherone inferiore 200 mm /
profondità longherone inferiore 175 mm
Larghezza passaggio netto fino a 7000 mm
Potenza motorizzazione 0,18 kW

HS Alu 240

Altezza longherone inferiore 240 mm /
profondità longherone inferiore 175 mm
Larghezza passaggio netto fino a 9000 mm
Potenza motorizzazione 0,37 kW

HS Alu 340

Altezza longherone inferiore 340 mm /
profondità longherone inferiore 175 mm
Larghezza passaggio netto fino a 11000 mm
Potenza motorizzazione 0,37 kW

HS Alu 440

Altezza longherone inferiore 440 mm /
profondità longherone inferiore 175 mm
Larghezza passaggio netto fino a 13000 mm
Potenza motorizzazione 0,37 kW



Equipaggiamenti supplementari per cancello scorrevole HS in alluminio

- Altezze e larghezze intermedie
- Superficie nei colori RAL a scelta
- Sagoma per foratura come kit ausiliario di montaggio
- Strisce antinfortunistiche riflettenti sul longherone inferiore
- Protezione antiscavalamento (barra dentellata) a partire da un'altezza di 1,8 m
- Raccordo per recinzione su entrambi i lati, fissato sul cancello
- Lampeggiante a flash o rotante
- Bordi sensibili supplementari
- Circuito induttivo
- Listello antiusura per longherone superiore (in alluminio, su entrambi i lati)

Tabella dimensioni

Altezza telaio cancello	2000	HS Alu 200				HS Alu 240		HS Alu 340		HS Alu 440	
	1600	HS Alu 200				HS Alu 240		HS Alu 340		HS Alu 440	
		4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000

Larghezza passaggio netto

Cancello scorrevole con riempimento a cura del cliente HS BF

Realizzazione 'su misura' fino ad una larghezza cancello di 10 m

Rendete unico il vostro cancello scorrevole.
Con un riempimento del battente personalizzato (non compreso nella fornitura) è possibile realizzare cancelli dal design del tutto originale.

In base alla larghezza del Vostro ingresso potrete scegliere fra tre tipi di cancello:

HS BF 160

Dimensioni longherone inferiore 160 mm /
profondità longherone inferiore 165 mm
Larghezza passaggio netto fino a 6000 mm
Potenza motorizzazione 0,18 kW

HS BF 200

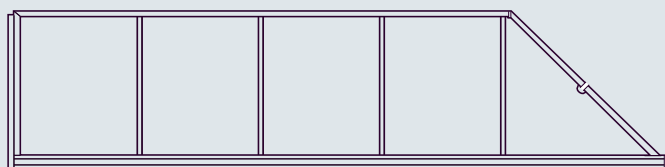
Dimensioni longherone inferiore 200 mm /
profondità longherone inferiore 165 mm
Larghezza passaggio netto fino a 8000 mm
Potenza motorizzazione 0,37 kW

HS BF 280

Dimensioni longherone inferiore 280 mm /
profondità longherone inferiore 200 mm
Larghezza passaggio netto fino a 10000 mm
Potenza motorizzazione 0,75 kW

Peso del riempimento max. consentito: 12 kg / m²

Costruzioni diverse, strutture speciali per l'alloggiamento del rivestimento a cura del cliente, pesi del rivestimento maggiori o larghezze di passaggio maggiori sono realizzabili dopo il chiarimento dei dettagli tecnici e dietro pagamento di un sovrapprezzo.



Equipaggiamenti supplementari per cancello scorrevole HS BF

(v. cancello scorrevole in acciaio HS a pagina 7)

Tabella dimensioni

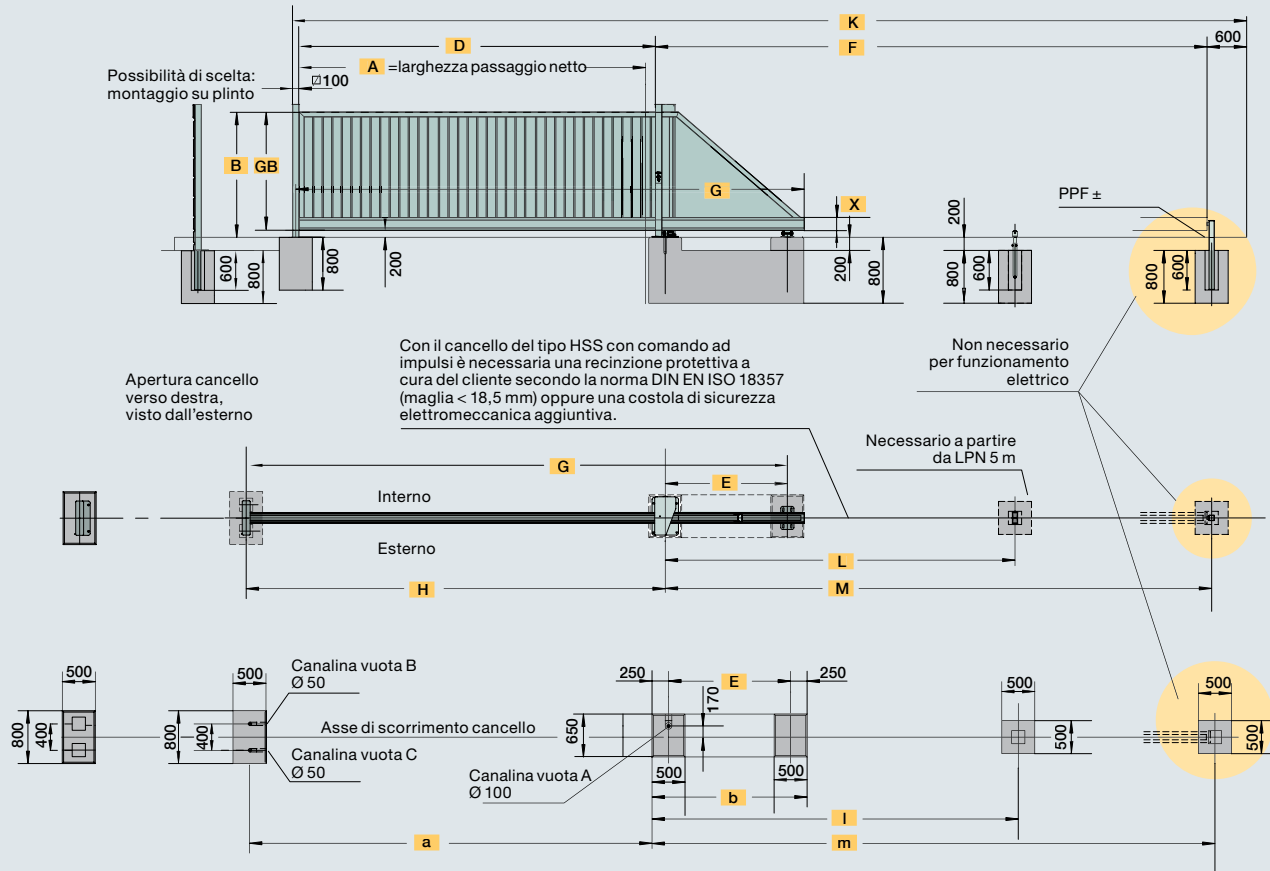
Altezza telaio cancello	2000	HS BF 160 HS BF 200 HS BF 280				HS BF 200 HS BF 280		HS BF 280	
	1800								
	1600								
		3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000

Larghezza passaggio netto

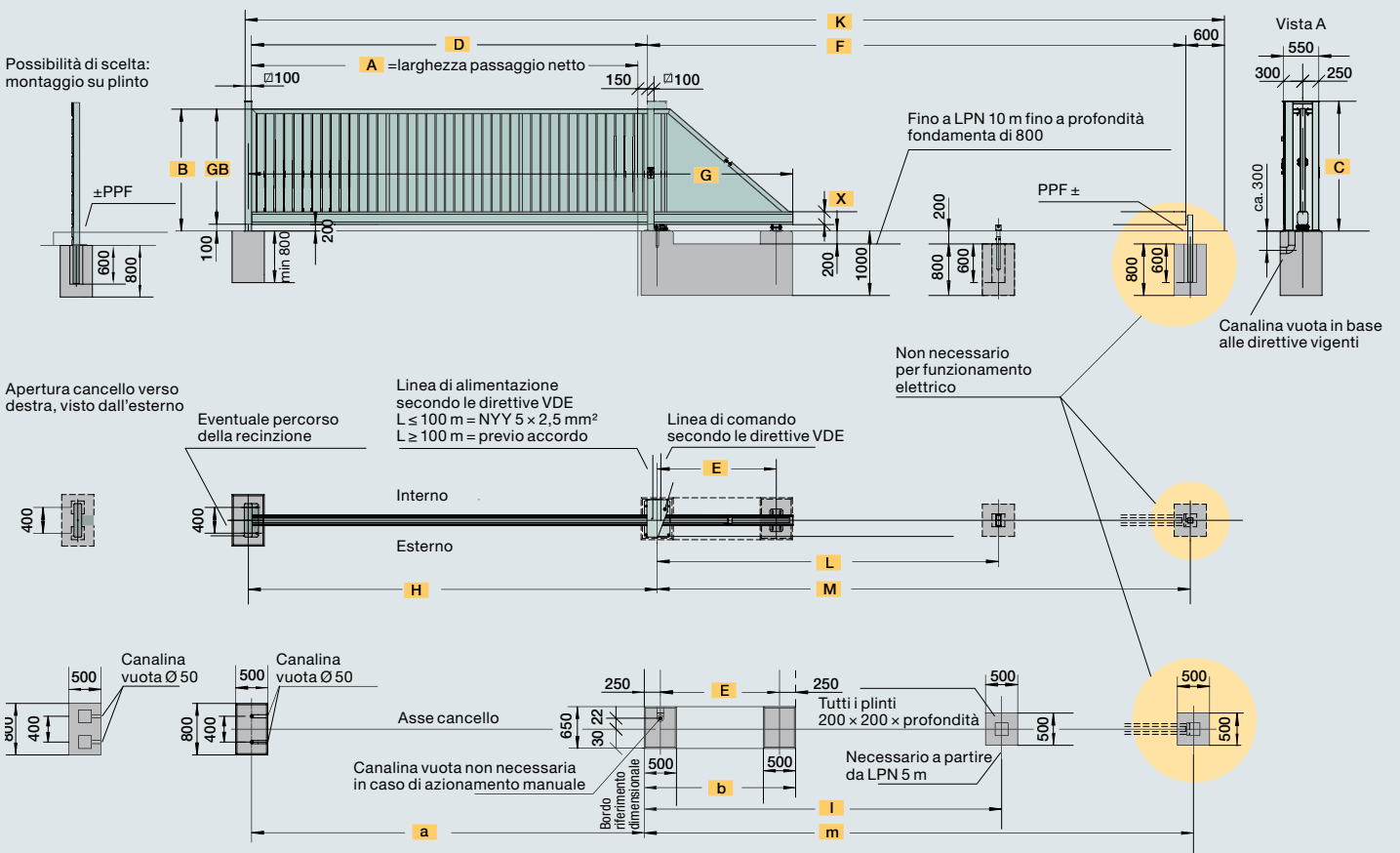
Dati tecnici

Cancelli in acciaio

Cancello scorrevole HSS 160, 200



Cancello scorrevole HS 160, 200, 280, 400



Dimensioni per HSS 160 e 200, HS 160, 200, 280, 400 e HS BF 160, 200, 280

Cancello		Battente											Fondamenta								
Larghezza passaggio netto (m)	Peso totale cancello con un'altezza di 2 m (kg)	Altezza totale cancello disponibile	Altezza telaio cancello	Altezza montante cancello	Distanza montante	Distanza dalla mezzeria appoggi	Lunghezza d'apertura zona ricovero	Lunghezza longherone inferiore	Distanza dalla mezzeria colonne principali cancello	Distanza dalla mezzeria al rullo di supporto	Distanza dalla mezzeria finecorsa	Lunghezza totale necessaria	Altezza longherone inferiore	Mezzeria montante di battuta	Lunghezza fondamenta principale	Asse rullo di supporto	Asse finecorsa	Calcestruzzo vol. (m ³)			
A	Fg	B	GB	C	G	E	F	G	H	L	M	K	X	a	b	l	m	B25			
HSS 160																					
3	410	Dimensioni preferenziali (mm): 1600 / 1800 / 2000	B - 100 mm a partire dal bordo superiore fondamenta (±0)	B + ca. 115 mm a partire dal bordo superiore fondamenta	3200	1350	4810	4900	3350	3000	4780	8710	160	3100	1850	3250	5030	1,6			
4	460				4200	1450	5910	6000	4350	3500	5880	10810	160	4100	1950	3750	6130	1,7			
5	520				5200	1850	7310	7400	5350	4600	7280	13210	160	5100	2350	4850	7530	1,8			
6	600				6200	1850	8310	8400	6350	5300	8280	15210	160	6100	2350	5550	8530	1,8			
7	660				7200	2250	9710	9800	7350	6200	9680	17610	160	7100	2750	6450	9930	2,0			
HSS 200																					
8	730				8200	2650	11110	11200	8350	7100	11080	20010	200	8100	3150	7350	11330	2,2			
9	980	9200	3050	12510	12600	9350	8300	12480	22410	200	9100	3550	8550	12730	2,9						
HS 160, HS 200, HS 280, HS 400, HS BF 160*, HS BF 200*, HS BF 280*																					
3	410	Dimensioni preferenziali (mm): 1200 / 1400 / 1600 / 1800 / 2000 / 2200 / 2400	B - 100 mm a partire dal bordo superiore fondamenta (±0)	B + ca. 115 mm a partire dal bordo superiore fondamenta	3150	1350	4860	4900	3350	3000	4780	8710	200	3100	1850	3250	5030	1,6			
3,5	430				3650	1350	5360	5400	3850	3300	5280	9710	200	3600	1850	3550	5530	1,6			
4	460				4150	1450	5960	6000	4350	3500	5880	10810	200	4100	1950	3750	6130	1,7			
4,5	480				4650	1550	6560	6600	4850	3800	6480	11910	200	4600	2050	4050	6730	1,7			
5	520				5150	1850	7360	7400	5350	4600	7280	13210	200	5100	2350	4850	7530	1,8			
5,5	540				5650	1850	7860	7900	5850	4800	7780	14210	200	5600	2350	5050	8030	1,8			
6	600				6150	1850	8360	8400	6350	5300	8280	15210	200	6100	2350	5550	8530	1,8			
6,5	640				6650	2250	9260	9300	6850	5900	9180	16610	200	6600	2750	6150	9430	2,0			
7	660				7150	2250	9760	9800	7350	6200	9680	17610	200	7100	2750	6450	9930	2,0			
7,5	690				7650	2450	10460	10500	78500	6600	10380	18810	200	7600	2950	6850	10630	2,1			
8	730				8150	2650	11160	11200	8350	7100	11080	20010	200	8100	3150	7350	11330	2,2			
8,5	970				8650	3050	12060	12100	8850	7600	11980	21410	280	8600	3550	7850	12230	2,9			
9	980				9150	3050	12560	12600	9350	8300	12480	22410	280	9100	3550	8550	12730	2,9			
9,5	1020				9650	3450	13460	13500	9850	8800	13380	23810	280	9600	3950	9050	13630	3,1			
10	1060				10150	3450	13960	14000	10350	9300	13880	24810	280	10100	3950	9550	14130	3,1			
10,5	1110				10650	3850	14860	14900	10850	10300	14780	26210	280	10600	4350	10550	15030	3,3			
11	1140				11150	3850	15360	15400	11350	10800	15280	27210	280	11100	4350	11050	15530	3,3			
11,5	1180	11650	4250	16260	16300	11850	11300	16180	28610	280	11600	4750	11550	16430	3,5						
12	1210	12150	4250	16760	16800	12350	11700	16680	29610	280	12100	4750	11950	16930	3,5						
12,5	1510	12650	4450	17660	17700	12850	12150	17580	31010	400	12600	5100	12400	17830	3,8						
13	1560	13150	4450	18160	18200	13350	12650	18080	32010	400	13100	5100	12900	18330	3,8						
13,5	1610	13650	4550	18760	18800	13850	13100	18680	33110	400	13600	5200	13350	18930	3,9						
14	1650	14100	4850	19560	19600	14350	13300	19480	34410	400	14100	5500	13550	19730	4,1						
14,5	1720	14600	5350	20560	20600	14850	13800	20480	35910	400	14600	6000	14050	20730	4,4						
15	1790	15100	5850	21560	21600	15350	14200	21480	37410	400	15100	6500	14450	21730	4,7						
15,5	1860	15600	5850	22060	22100	15850	14500	21980	38410	400	15600	6500	14750	22230	4,7						
16	1930	16100	6050	22760	22800	16350	15000	22680	39610	400	16100	6700	15250	22930	4,9						

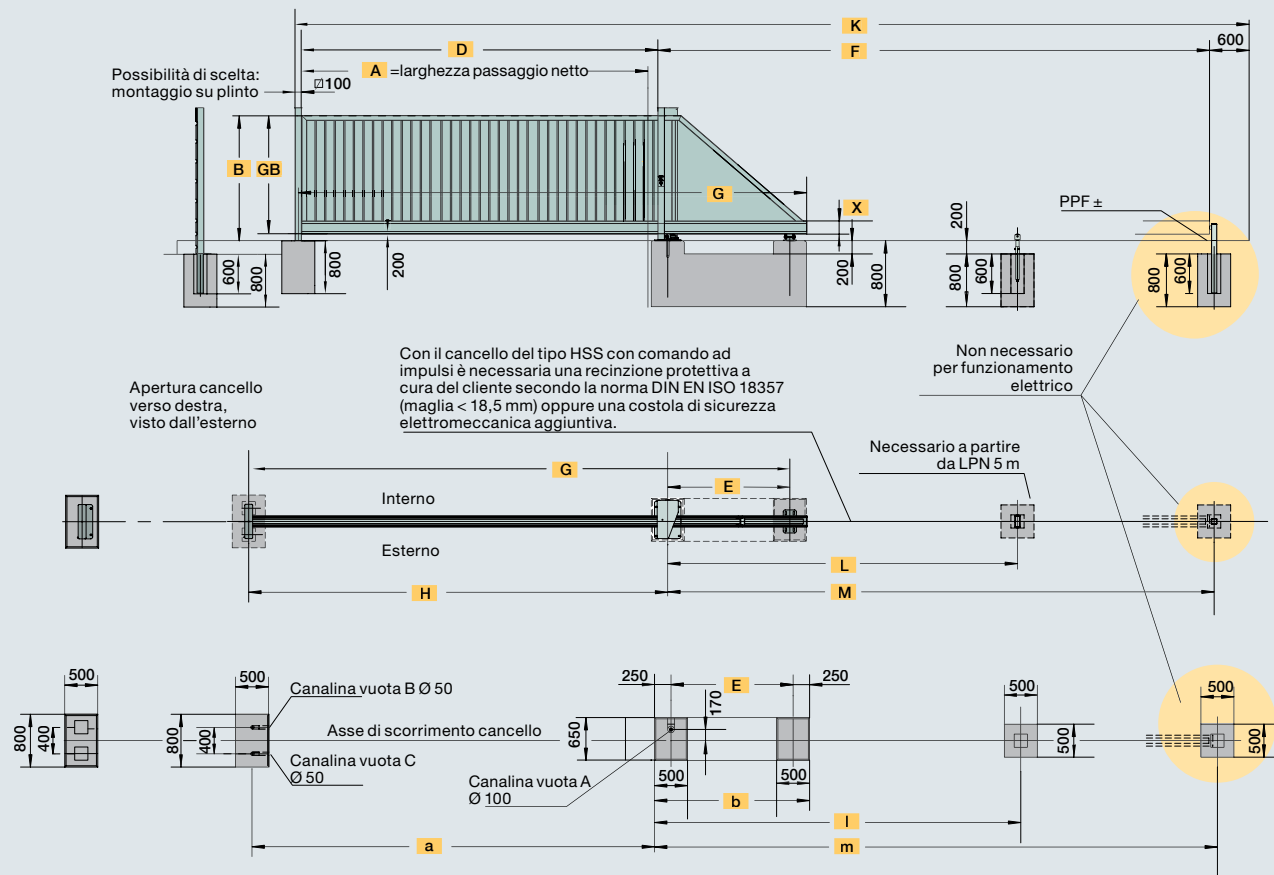
Osservare le direttive per la posa di cavi elettrici. Dimensioni fondamenta per la classe del suolo 3. In caso di classe inferiore a 3 allargare ulteriormente le fondamenta.

* Fino a 10 m di LPN per tutti i riempimenti a cura del cliente

Dati tecnici

Cancelli in alluminio

Cancello scorrevole HS Alu 200, 240, 340, 440



Dimensioni per HS Alu 200, 240, 340, 440

Cancello		Battente												Fondamenta							
Larghezza passaggio netto (m)	Peso totale cancello con un'altezza di 2 m (kg)	Altezza totale cancello disponibile	Altezza telaio cancello	Altezza montante cancello	Distanza montante	Distanza dalla mezzeria appoggi	Lunghezza d'apertura zona ricovero	Lunghezza longherone inferiore	Distanza dalla mezzeria colonne principali cancello	Distanza dalla mezzeria al rullo di supporto	Distanza dalla mezzeria finecorsa	Lunghezza totale necessaria	Altezza longherone inferiore	Mezzeria montante di battuta	Lunghezza fondamenta principale	Asse rullo di supporto	Asse finecorsa	Calcestruzzo vol. (m ³)			
A	Fg	B	GB	C	G	E	F	G	H	L	M	K	X	a	b	l	m	B25			
HS Alu 200																					
3	307	Dimensioni preferenziali (mm): 1600/2000	B-100 mm a partire dal bordo superiore fondamenta (±0)	B + 110 mm a partire dal bordo superiore fondamenta (+/- 0)	3200	1350	4810	4900	3350	-	4800	8710	200	3100	1850	-	5050	1,7			
3,5	323				3700	1350	5310	5400	3850	-	5300	9710	200	3600	1850	-	5550	1,7			
4	341				4200	1450	5910	6000	4350	-	5900	10810	200	4100	1950	-	6150	1,7			
4,5	363				4700	1550	6510	6600	4850	-	6500	11910	200	4600	2050	-	6750	1,8			
5	383				5200	1850	7310	7400	5350	4600	7300	13210	200	5100	2350	4850	7550	1,9			
5,5	399				5700	1850	7810	7900	5850	4800	7800	14210	200	5600	2350	5050	8050	1,9			
6	414				6200	1850	8310	8400	6350	5300	8300	15210	200	6100	2350	5550	8550	1,9			
6,5	448				6700	2250	9210	9300	6850	5900	9200	16610	200	6600	2750	6150	9450	2,2			
7	464				7200	2250	9710	9800	7350	6200	9700	17610	200	7100	2750	6450	9950	2,2			
HS Alu 240																					
7,5	492				7700	2450	10410	10500	7850	6600	10400	18810	240	7600	2950	6850	10650	2,3			
8	512				8200	2650	11110	11200	8350	7100	11100	20010	240	8100	3150	7350	11350	2,4			
8,5	541				8700	3050	12010	12100	8850	7600	12000	21410	240	8600	3550	7850	12250	2,6			
9	556	9200	3050	12510	12600	9350	8300	12500	22410	240	9100	3550	8550	12750	2,6						
HS Alu 340																					
9,5	639	9700	3450	13410	13500	9850	8800	13400	23810	340	9600	3950	9050	13650	2,8						
10	656	10200	3450	13910	14000	10350	9300	13900	24810	340	10100	3950	9550	14150	2,8						
10,5	682	10700	3850	14810	14900	10850	10300	14800	26210	340	10600	4350	10550	15050	3,5						
11	704	11200	3850	15310	15400	11350	10800	15300	27210	340	11100	4350	11050	15550	3,5						
HS Alu 440																					
11,5	868	11700	4250	16410	16500	11850	11300	16380	28810	440	11600	4900	11550	16630	3,9						
12	893	12200	4250	16910	17000	12350	11700	16880	29810	440	12100	4900	11950	17130	3,9						
12,5	920	12700	4450	17610	17700	12850	12150	17580	31010	440	12600	5100	12400	17830	4,0						
13	946	13200	4450	18110	18200	13350	12650	18080	32010	440	13100	5100	12900	18330	4,0						

Osservare le direttive per la posa di cavi elettrici. Dimensioni fondamenta per la classe del suolo 3. In caso di classe inferiore a 3 allargare ulteriormente le fondamenta.

Programma prodotti Hörmann

Tutto da un unico fornitore: per la Vostra edilizia industriale

1 Portoni sezionali

Questi sistemi di chiusura ad ingombro ridotto si adattano a qualsiasi edificio industriale grazie ai differenti tipi di scorrimento. Hörmann Vi offre soluzioni su misura per qualsiasi applicazione.

2 Serrande e griglie avvolgibili

Grazie alla loro struttura semplice con pochi componenti le serrande avvolgibili sono particolarmente convenienti e robuste. Hörmann fornisce serrande avvolgibili con larghezza fino a 11,75 m ed altezza fino a 9 m e, per soluzioni speciali, con dimensioni ancora maggiori.

3 Portoni a scorrimento rapido

I portoni a scorrimento rapido Hörmann sono impiegati all'interno e all'esterno per ottimizzare il flusso del traffico, migliorare il clima degli ambienti e risparmiare energia. Il programma Hörmann comprende portoni trasparenti con manto flessibile ad apertura verticale ed orizzontale.

4 Tecnologia di carico-scarico

Per il settore logistico Hörmann offre sistemi di carico-scarico completi sia integrata nell'edificio che a ridosso dello stesso. I vantaggi: progettazione sicura, edificazione sotto controllo ed elevata funzionalità grazie ai componenti armonizzati tra loro.

5 Portoni antincendio scorrevoli

Per tutti i fabbisogni di progettazione secondo le classi di omologazione richieste. Disponibile ad 1 o 2 battenti scorrevoli o sovrapposti. *(Non disponibile per l'Italia)*

6 Porte multiuso e porte interne per edifici industriali e residenziali

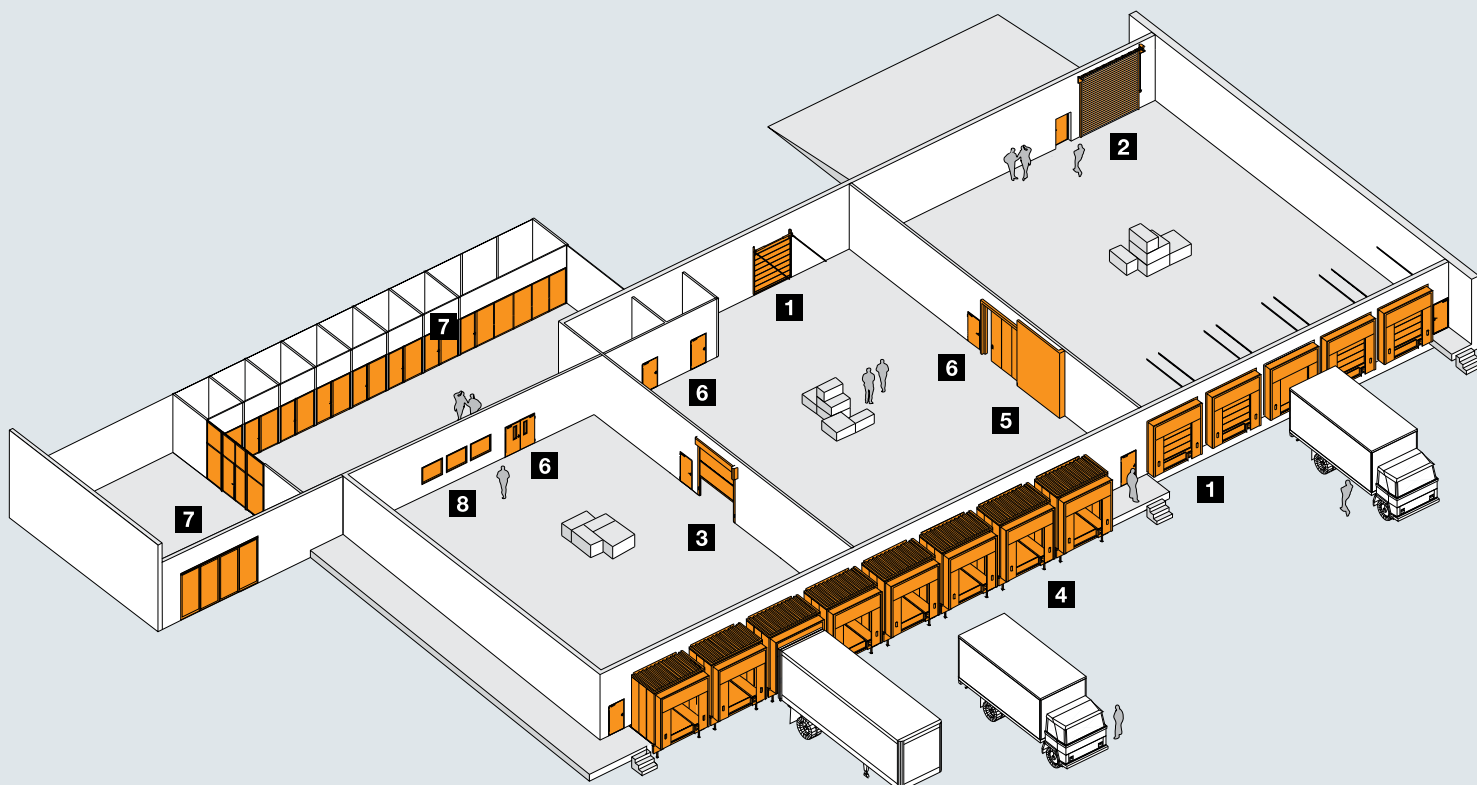
Le porte multiuso e le porte interne Hörmann sono versatili e si prestano ad essere utilizzate sia all'interno che all'esterno. Le porte a uno o due battenti possono essere utilizzate ovunque siano necessarie chiusure robuste. Con numerose funzioni aggiuntive come protezione antincendio e antifumo, abbattimento acustico o protezione antieffrazione.

7 Elementi telaio tubolare

Per settori particolarmente attenti all'estetica, come il settore amministrativo, Hörmann Vi offre portoni tagliafuoco e tagliafumo e finestrate fissi in acciaio e in alluminio, nonché porte scorrevoli automatiche anche in presenza di esigenze antincendio particolari. *(Non disponibile per l'Italia)*

8 Finestrature trasparenti

Le finestrature trasparenti Hörmann vengono inserite come finestre o elementi ad altezza del locale per una maggiore luminosità e un migliore contatto visivo. *(Non disponibile per l'Italia)*





Hörmann: qualità senza compromessi



Hörmann KG Amshausen, Germania



Hörmann KG Antriebstechnik, Germania



Hörmann KG Brandis, Germania



Hörmann KG Brockhagen, Germania



Hörmann KG Dissen, Germania



Hörmann KG Eckelhausen, Germania



Hörmann KG Freisen, Germania



Hörmann KG Ichtshausen, Germania



Hörmann KG Werne, Germania



Hörmann Genk NV, Belgio



Hörmann Alkmaar B.V., Paesi Bassi



Hörmann Legnica Sp. z o.o., Polonia



Hörmann Beijing, Cina



Hörmann Tianjin, Cina



Hörmann LLC, Montgomery IL, USA



Hörmann Flexon LLC, Burgettstown PA, USA

Hörmann è l'unico produttore nel mercato internazionale che raccoglie le più importanti componenti per l'edilizia sotto un unico marchio. La produzione avviene in impianti specializzati con una tecnica d'avanguardia. Hörmann è presente in Europa con una capillare rete di vendita e di assistenza e si è recentemente affacciata anche sui mercati di Stati Uniti e Cina. Per questo Hörmann è un partner affidabile nel settore dell'edilizia. Qualità senza compromessi.

PORTONI PER GARAGE
MOTORIZZAZIONI
PORTONI INDUSTRIALI
PUNTI DI CARICO/SCARICO
PORTE
CASSEPORTA

Hörmann Italia Srl

Cap. Soc. 1.300.000 € i.v.

Sede operativa e amministrativa:
Via G. Di Vittorio, 62 - 38015 LAVIS (TN)
Telefono: (0461) 244444 r.a.
Telefax: (0461) 241557
www.hormann.it
info@hormann.it



Proiettori e riflettori LED professionali



Beghelli



FH LED

Alluminio, Acciaio e vetro:
robustezza e riciclabilità totale
Parete o suolo outdoor



Un unico apparecchio polivalente per un utilizzo sia come proiettore che come riflettore, coniugando design, robustezza e caratteristiche illuminotecniche superlative. Duplice possibilità di diffusione luminosa sia simmetrica che asimmetrica in un unico apparecchio in grado di soddisfare tutte le esigenze dell'illuminazione outdoor. Un progetto ottico innovativo, generato partendo dall'efficienza luminosa e dal controllo dell'abbagliamento.



**FOTOSENSORE INTELLIGENTE
INTEGRATO NELLE VERSIONI SD**



FH30/50/70 LED

IP66

ED

pag. 2



FH70/100/150/200 LED

IP66

SD ED

pag. 4



FH250/300/350/400 LED

IP66

SD ED

pag. 6



H250/400 LED

IP66

SD

pag. 8



F30/50/70 LED

Proiettori

F30/50/70 LED è un apparecchio di nuovissima generazione in grado di combinare i vantaggi della sorgente luminosa LED con sistemi ottici all'avanguardia, sia per il rendimento che per la grande flessibilità applicativa. Le sorgenti LED, ad elevatissima efficienza, impiegate producono un illuminamento senza precedenti che consente di illuminare facciate di edifici, o piazzali, anche da elevata distanza. Lo schermo ha un'area emittente ampia ed uniforme, tanto da conseguire bassissima luminanza, quindi abbagliamento ridottissimo ed elevato comfort visivo. Le ottime caratteristiche meccaniche (IP66-IK09) ne consentono l'installazione in ambienti esterni anche in condizioni estreme.

Riflettore a fascio controllato per ottimizzare la gestione della luce emessa. Ottica simmetrica e asimmetrica in un unico apparecchio: il fascio luminoso diventa da asimmetrico a simmetrico semplicemente esportando parte del gruppo ottico.

Disponibile accessorio INTERFACCIA RICEVITORE RADIO DOMOTICO per l'accensione/spegnimento da remoto via radio.



CARATTERISTICHE GENERALI

Potenza equivalente* 30, 50, 70 W

Conformità EN 60598-1, EN 60598-2-1, EN 60598-2-22 (requisiti fondamentali), EN 62471 (Rischio biologico esente)

Alimentazione 230Vac \pm 10% 50 Hz

Grado di protezione IP66, IK09

Temp. ambiente -20°C ÷ +40°C

Installazioni al suolo, parete

Corpo Alluminio pressofuso verniciato alle polveri di poliestere, RAL 7040

Ottica Lamellare a sviluppo parabolico in alluminio anodizzato brillantato antiriflescente. Simmetrico, Asimmetrico

Schermo Vetro temprato prismatico 4mm

Alimentatore SELV elettronico ED (Cos ϕ \geq 0,90)

MTBF Alimentatore** 65.000h

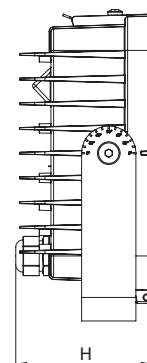
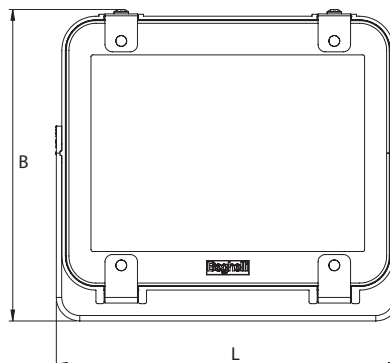
Mantenimento >50.000h (F70)

flusso luminoso** >60.000h (F30-F50)
(L80B20)

Stabilità colore 3 SDCM

* Potenza equivalente per il confronto con apparecchi ad alogenuri metallici

** Alla temperatura ambiente di riferimento di 25°C



VARIANTI SPECIALI: VERSIONE "FOOD" con diffusore in policarbonato (IP54)
VERSIONE "EXTREME": per ambienti marini e ambienti con presenza di un elevata concentrazione di aggressivi chimici (Acido Cloridrico, idrocarburi oli e residui di lavorazione, cloro ecc...)
TEMPERATURA COLORE A RICHIESTA, SICURO 24 SLGS, RESA CROMATICA \geq 90
Contattare la rete di vendita Beghelli

Potenza *	• Dimensioni (mm) •			Peso max kg
	W	L	B	
30	190	173	75.5	1.2
50	190	173	75.5	1.2
70	190	173	75.5	1.2

Accessori

in dotazione

Cod. ord.	Descrizione
-	VITI ANTIVANDALICHE
-	STAFFA GONIOMETRICA
418342000	PRESSACAVO PG9 CON VALVOLA DI VENTILAZIONE

Domotica

da ordinare separatamente

Cod. ord.	Descrizione
20108	RICEVITORE RADIO DOMOTICO

INSTALLAZIONE AL SUOLO



INSTALLAZIONE A PARETE



STAFFA GONIOMETRICA



- in dotazione

EMERGENZA CON INVERTER LED

TR AT LG LGFM

	19377	INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 1H 20-60V IP65	da ordinare separatamente
	19368	INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 3H 20-60V IP65	da ordinare separatamente
	19355*	INVERTER LED LG 6W 55V 123H	da ordinare separatamente
	19372*	INVERTER LED LG 8W 55V 123H	da ordinare separatamente
	19390*	INV EXT AT/LG AR 15W 55V LTO	da ordinare separatamente
	19391*	INV EXT AT/LG AR 15W 55V LiFe	da ordinare separatamente

gli inverter con tecnologia LG possono essere LGFM utilizzando Modulo cod. 19375
* è necessario l'utilizzo dell'IP65 cover (order code 19376) per l'utilizzo degli inverter

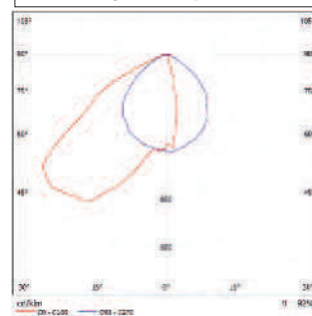
VERSIONE CON OTTICA ASIMMETRICA



Riflettore a moduli scomponibili

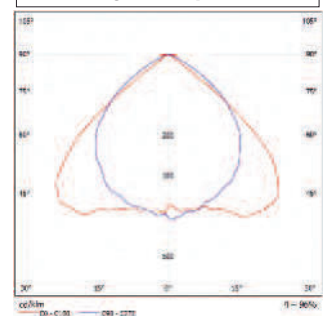
Il sistema ottico è stato realizzato per ottenere sia un fascio simmetrico che uno asimmetrico. Asportando parte del riflettore la sorgente luminosa può operare in modo simmetrico

Diagramma polare



Ottica asimmetrica

Diagramma polare



Ottica simmetrica

F30/50/70 LED

Reattore elettronico Eco Driver

Potenza* W	Cod. ord.	Descrizione	Ottica	Potenza LED W	Temperatura colore K	Resa cromatica	Assorbimento Max W	N° LED	Flusso LED Im (Tj=25°C)	Flusso apparecchio Im	Efficienza luminosa Im/W	Classe energetica	Imballo
30	F30LED	PRO LED 1x30W 4K	SYM / ASYM	15	4000	>80	17	33	2100	1800	110	A++	1/8
50	F50LED	PRO LED 1x50W 4K	SYM / ASYM	23	4000	>80	26	66	3500	3000	110	A++	1/8
70	F70LED	PRO LED 1x70W 4K	SYM / ASYM	33	4000	>80	37	99	4600	4000	110	A++	1/8



FH70/100/150/200 LED

Riflettori / Proiettori

CARATTERISTICHE GENERALI

Potenza equivalente* 70, 100, 150, 200 W

Conformità EN 60598-1, EN 60598-2-1,
EN 60598-2-22 (requisiti fondamentali),
EN 62471 (Rischio biologico esente),

Alimentazione **Apparecchio SD:** Universal Multy
Voltage 93±265 Vac - 50/60Hz 176±250 Vdc
Apparecchio ED: 230Vac ±10% 50 Hz

Grado di protezione IP66 con valvola di ventilazione, IK09

Temp. ambiente **Apparecchio SD:** -30°C ÷ +50°C ***
Apparecchio ED: -20°C ÷ +40°C

Installazioni al suolo, parete, torri faro, sospensione, plafone

Corpo Alluminio pressofuso verniciato
alle polveri di poliestere RAL 7040

Ottica Lamellare a sviluppo parabolico
in alluminio anodizzato brillantato
antiridescendente. Simmetrico, Asimmetrico

Schermo Vetro temprato prismaticizzato 4mm

Alimentatore **Apparecchio SD:**
SELV elettronico SD (Cos $\varphi \geq 0,96$)
a dimmerazione intelligente
Apparecchio ED:
elettronico ED (Cos $\varphi \geq 0,95$)

MTBF Alimentatore** 100.000h

Mantenimento 50.000h (200ED)
flusso luminoso** 60.000h (200SD, 150ED)
(L80B20) 70.000h (150SD, 100ED)
80.000h (70SD)

Stabilità colore 3 SDCM

* Potenza equivalente per il confronto con apparecchi ad alogenuri metallici

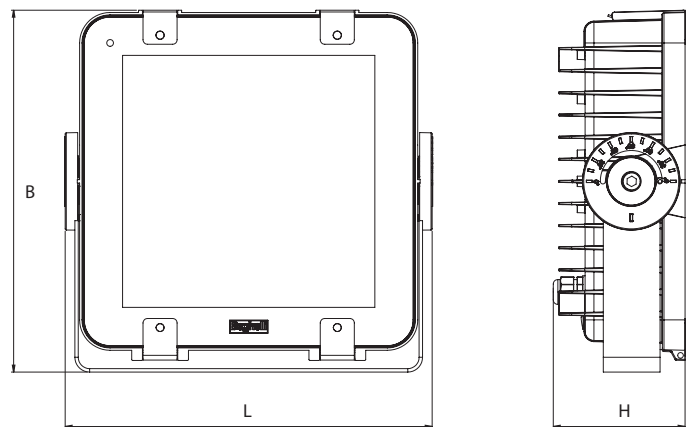
** Alla temperatura ambiente di riferimento di 25°C

*** Per preservare il prodotto potrebbe intervenire un derating di potenza per limitare le temperature di esercizio

FH70, FH100, FH150 e FH200 LED sono apparecchi di nuovissima generazione in grado di combinare i vantaggi della sorgente luminosa LED con sistemi ottici all'avanguardia, sia per il rendimento che per la grande flessibilità applicativa. Le ottime caratteristiche meccaniche (IP66-IK09) ne consentono l'installazione in ambienti esterni anche in condizioni estreme. Il design "quadrato" gli consente movimenti a 360°, sull'asse di rotazione della staffa goniometrica, permettendo quindi grande flessibilità di movimento e di installazione. Grazie all'accessorio "Sensore Autodimmer", incluso nelle versioni SD l'apparecchio può lavorare in dimmerazione intelligente. Per garantire il massimo del risparmio energetico viene utilizzata la tecnologia autoadattiva sul sensore integrato nell'apparecchio, in modo da regolare automaticamente l'emissione luminosa in base alla lettura della luce naturale presente sul piano di lavoro. Riflettore a fascio controllato per ottimizzare la gestione della luce emessa. Ottica simmetrica e asimmetrica in un unico apparecchio: il fascio luminoso diventa da asimmetrico a simmetrico semplicemente asportando parte del gruppo.

Per le versioni ED è disponibile accessorio INTERFACCIA RICEVITORE RADIO DOMOTICO per l'accensione/ spegnimento da remoto via radio.

Per le versioni SD sono invece disponibili 2 driver che possono essere alimentati indipendentemente per poter accendere l'apparecchio anche in modo parziale.



Potenza * W	• Dimensioni (mm) •			Peso max kg
	L	B	H	
70, 100, 150, 200	323	319	116	4

Accessori

in dotazione

Cod. ord.	Descrizione
-	VITI ANTIVANDALICHE
-	STAFFA GONIOMETRICA
-	PRESSACAVO M20 CON VALVOLA DI VENTILAZIONE

Accessori

da ordinare separatamente

Cod. ord.	Descrizione
12659	STAFFA DI FISSAGGIO SU BARRA ELETTRIFICATA
12664	STAFFA DI FISSAGGIO A PLAFONE
12661	TESTA PALO 2X 60-76
12662	TESTA PALO 4X 60-76
12663	CAVO SOSPENSIONE RIFLETTORE
12657	GRIGLIA PROTEZIONE 70-200

Accessori **SD**

in dotazione

Cod. ord.	Descrizione
15039	FOTOSENSORE INTELLIGENTE

Domotica **SD**

da ordinare separatamente

Cod. ord.	Descrizione
20102	CENTRALE DOMOTICA
20108	RICEVITORE RADIO DOMOTICO
20124	CENTRALE DOMOTICA WiFi
20104	TRASMETTITORE RADIO DOMOTICO
15022	MODULO RADIO DOMOTICO
15024	MODULO DALI
15034	MODULO 1-10V
15025	MODULO RADIO GRANDE ESCO ITALIA

INSTALLAZIONE AL SUOLO



INSTALLAZIONE A PARETE



INSTALLAZIONE A SOSPENSIONE



STAFFA GONIOMETRICA



12663 CAVO SOSPENSIONE RIFLETTORE

VERSIONE CON OTTICA ASIMMETRICA/SIMMETRICA



Riflettore a moduli scomponibili

Il sistema ottico è stato realizzato per ottenere sia un fascio simmetrico che uno asimmetrico. Asportando parte del riflettore la sorgente luminosa può operare in modo simmetrico

VARIANTI SPECIALI: VERSIONE "FOOD" con diffusore in policarbonato (IP54)
VERSIONE "EXTREME": per ambienti marini e ambienti con presenza di un'elevata concentrazione di aggressivi chimici (Acido Cloridrico, idrocarburi oli e residui di lavorazione, cloro ecc...)
TEMPERATURA COLORE A RICHIESTA, SICURO 24 SLGS, RESA CROMATICA ≥90
 Contattare la rete di vendita Beghelli

Efficienza e dimmerazione

L'incremento dell'Efficienza luminosa (lm/W) e la vita utile dell'apparecchio possono variare sensibilmente secondo il livello di dimmerazione a cui è sottoposto. Ipotizzando un livello medio pari al 50% del flusso luminoso, si ottengono i seguenti dati per FH70/150/200 LED:

Dimmerazione SD 50%
Vita utile apparecchio +40%
Efficienza luminosa +10%

EMERGENZA CON INVERTER LED VERSIONI SD

TR AT LG LGFM

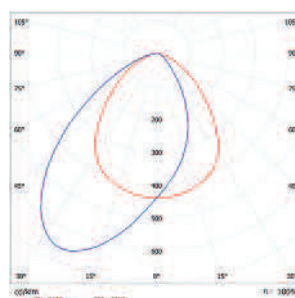
- 19358** INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 1H 20-60V *da ordinare separatamente*
- 19359** INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 3H 20-60V *da ordinare separatamente*
- 19355*** INVERTER LED AT/LG 6W 55V 123H *da ordinare separatamente*
- 19372*** INVERTER LED AT/LG 8W 55V 123H *da ordinare separatamente*
- 19390*** INV EXT AT/LG AR 15W 55V LTO *da ordinare separatamente*
- 19391*** INV EXT AT/LG AR 15W 55V LiFe *da ordinare separatamente*

EMERGENZA CON INVERTER LED PER VERSIONI ED

- 19367** INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 1H 60-180V *da ordinare separatamente*
- 19371** INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 3H 60-180V *da ordinare separatamente*

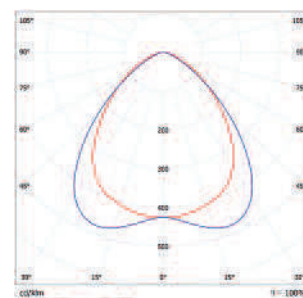
gli inverter con tecnologia LG possono essere LGFM utilizzando Modulo cod. 19375
 * è necessario l'utilizzo dell'IP65 cover (order code 19376) per l'utilizzo degli inverter

Diagramma polare



Ottica asimmetrica

Diagramma polare



Ottica simmetrica

FH70/150/200 LED

Reattore elettronico SmartDriver

Potenza* W	Cod. ord.	Descrizione	Ottica	Potenza LED W	Temperatura colore K	Resa cromatica	Assorbimento Max W	N° LED	Flusso LED lm (Tj=25°C)	Flusso apparecchio lm	Efficienza luminosa lm/W	Classe energetica	Imballo
70	FH70SD	PRO/RIF LED 1x70 SD 4K	SIM / ASIM	39	4000	>80	45	108	7000	6300	140	A++	1
150	FH150SD	PRO/RIF LED 1x150 SD 4K	SIM / ASIM	68	4000	>80	74 (56***)	180	12000	10000	137	A++	1
200	FH200SD	PRO/RIF LED 1x200 SD 4K	SIM / ASIM	86	4000	>80	98	192	16350	13000	132	A++	1

FH100/150/200 LED

EcoDriver

Power* W	Cod. ord.	Descrizione	Ottica	Potenza LED W	Temperatura colore K	Resa cromatica	Assorbimento Max W	N° LED	Flusso LED lm (Tj=25°C)	Flusso apparecchio lm	Efficienza luminosa lm/W	Classe energetica	Imballo
NEW 100	FH100ED	PRO/RIF LED 100 4K ED	SIM / ASIM	45	4000	>80	50	144	7400	6450	128	A++	1
NEW 150	FH150ED	PRO/RIF LED 150 4K ED	SIM / ASIM	68	4000	>80	76	216	11200	9700	128	A++	1
NEW 200	FH200ED	PRO/RIF LED 200 4K ED	SIM / ASIM	91	4000	>80	101	288	15000	12900	128	A++	1



FH250/300/350/400 LED

Riflettori / Proiettori

Apparecchi di nuovissima generazione in grado di combinare i vantaggi della sorgente luminosa LED con sistemi ottici all'avanguardia, sia per il rendimento che per la grande flessibilità applicativa. Le sorgenti LED, ad elevatissima efficienza, impiegate producono un illuminamento senza precedenti che consente di illuminare facciate di edifici o piazzali anche da elevata distanza. Il codice FH350SD e le versioni ED hanno un'ottica simmetrica e asimmetrica in un unico apparecchio: il fascio luminoso diventa da asimmetrico a simmetrico semplicemente asportando parte del gruppo. Gli apparecchi F250SD e F400SD sono disponibili nelle due versioni di ottica (simmetrica o asimmetrica) con codici distinti.

Le ottime caratteristiche meccaniche (IP66-IK09) ne consentono l'installazione in ambienti esterni anche in condizioni estreme.

Nelle versioni SD, grazie all'Autodimmer integrato, l'apparecchio può lavorare in dimmerazione intelligente. Per garantire il massimo del risparmio energetico viene utilizzata la tecnologia autoadattiva nell'apparecchio per regolare automaticamente l'emissione luminosa in base alla lettura della luce naturale presente sul piano di lavoro.

Per le versioni ED è disponibile accessorio INTERFACCIA RICEVITORE RADIO DOMOTICO per l'accensione/spgnimento da remoto via radio.



CARATTERISTICHE GENERALI

Potenza equivalente* 250, 300, 350, 400 W

Conformità EN 60598-1, EN 60598-2-1, EN 60598-2-22 (requisiti fondamentali), EN 62471 (Rischio biologico esente), EN61493

Alimentazione **Apparecchio SD:** Universal Multy Voltage 93÷265 Vac - 50/60Hz 176÷250 Vdc
Apparecchio ED: 230Vac ±10% 50 Hz

Grado di protezione IP66 con valvola di ventilazione, IK09

Temp. ambiente **Apparecchio SD:** -30°C ÷ +50°C ***
Apparecchio ED: -20°C ÷ +40°C

Installazioni al suolo, parete, torri faro, sospensione

Corpo Alluminio pressofuso verniciato alle polveri di poliestere RAL 7040

Ottica Lamellare a sviluppo parabolico in alluminio anodizzato brillantato antiriflescente.

300/400ED e FH350SD: simmetrica e asimmetrica in un unico prodotto
F250SD e F400SD: disponibili nelle due versioni simmetrica e asimmetrica

Schermo Vetro temprato prismatico 4mm

Alimentatore **Apparecchio SD:** SELV elettronico SD (Cos $\varphi \geq 0,96$) a dimmerazione intelligente
Apparecchio ED: elettronico ED (Cos $\varphi \geq 0,95$)

MTBF Alimentatore** 100.000h

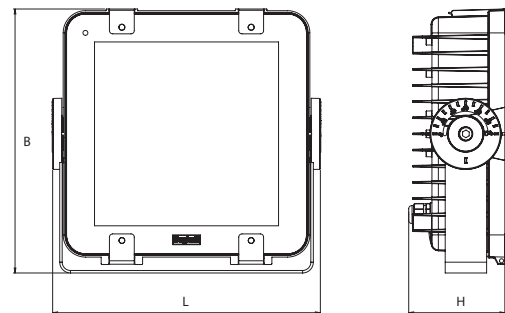
Mantenimento >50.000h (400ED)
flusso luminoso** >60.000h (400SD, 300ED)
(L80B20) >70.000h (250SD, 350SD)

Stabilità colore 3 SDCM

* Potenza equivalente per il confronto con apparecchi ad alogenuri metallici

** Alla temperatura ambiente di riferimento di 25°C

*** Per preservare il prodotto potrebbe intervenire un derating di potenza per limitare le temperature di esercizio.



Potenza * W	• Dimensioni (mm) •			Peso max kg
	L	B	H	
250, 300, 350, 400	438	434	121	8,8

Accessori

da ordinare separatamente

Cod. ord.	Descrizione
12659	STAFFA DI FISSAGGIO SU BARRA ELETTTRIFICATA
12664	STAFFA DI FISSAGGIO A PLAFONE
12661	TESTA PALO 2X 60-76
12662	TESTA PALO 4X 60-76
12663	CAVO SOSPENSIONE RIFLETTORE
12658	GRIGLIA PROTEZIONE 250-400

Accessori **SD**

in dotazione

Cod. ord.	Descrizione
15039	FOTSENSORE INTELLIGENTE

Domotica **SD**

da ordinare separatamente

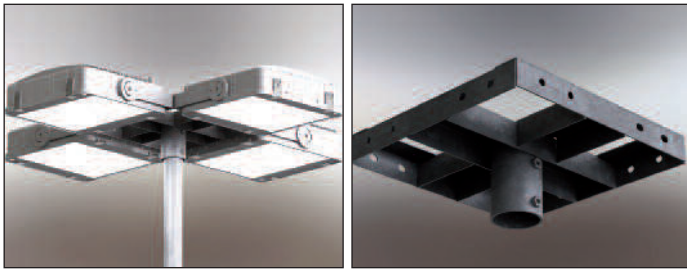
Cod. ord.	Descrizione
20102	CENTRALE DOMOTICA
20124	CENTRALE DOMOTICA WIFI
20104	TRASMETTITORE RADIO DOMOTICO
15022	MODULO RADIO DOMOTICO
15024	MODULO DALI
15034	MODULO 1-10V
15025	MODULO RADIO GRANDE ESCO ITALIA

Accessori

in dotazione

Cod. ord.	Descrizione
-	VITI ANTIVANDALICHE
-	STAFFA GONIOMETRICA
-	PRESSACAVO M20 CON VALVOLA DI VENTILAZIONE

INSTALLAZIONE SU PALO



12661	TESTA PALO 2x 60-76	da ordinare separatamente
12662	TESTA PALO 4x 60-76	da ordinare separatamente

GRIGLIA PROTETTIVA



12658	GRIGLIA DI PROTEZIONE	da ordinare separatamente
-------	-----------------------	---------------------------

STAFFA GONIOMETRICA



VARIANTI SPECIALI: VERSIONE "FOOD" con diffusore in policarbonato (IP54)
VERSIONE "EXTREME": per ambienti marini e ambienti con presenza di un'elevata concentrazione di aggressivi chimici (Acido Cloridrico, idrocarburi oli e residui di lavorazione, cloro ecc...)
TEMPERATURA COLORE A RICHIESTA, SICURO 24 SLGS, RESA CROMATICA ≥90
 Contattare la rete di vendita Beghelli

EMERGENZA CON INVERTER LED VERSIONI SD

TR AT LG LGFM

19377	INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 1H 20-60V IP65	da ordinare separatamente
19368	INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 3H 20-60V IP65	da ordinare separatamente
19355*	INVERTER LED LG 6W 55V 123H	da ordinare separatamente
19372*	INVERTER LED LG 8W 55V 123H	da ordinare separatamente
19390*	INV EXT AT/LG AR 15W 55V LTO	da ordinare separatamente
19391*	INV EXT AT/LG AR 15W 55V LiFe	da ordinare separatamente

gli inverter con tecnologia LG possono essere LGFM utilizzando Modulo cod. 19375
 * è necessario l'utilizzo dell'IP65 cover (order code 19376) per l'utilizzo degli inverter

EMERGENZA CON INVERTER LED VERSIONI ED

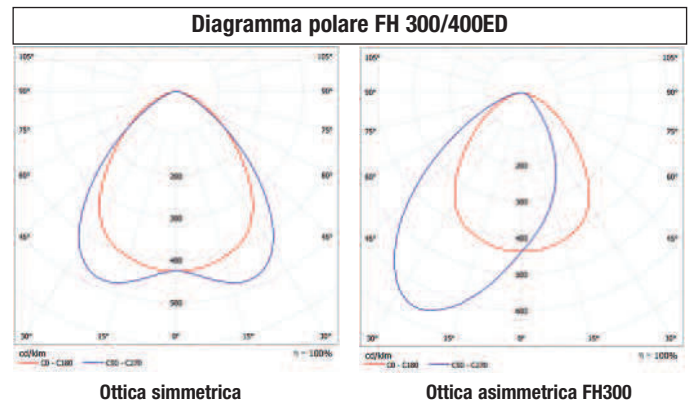
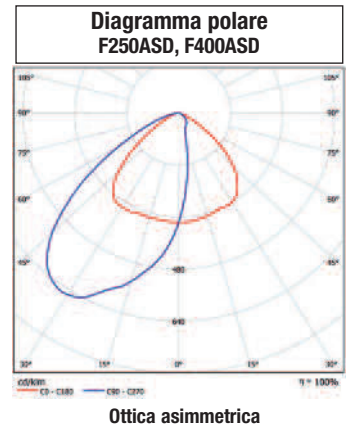
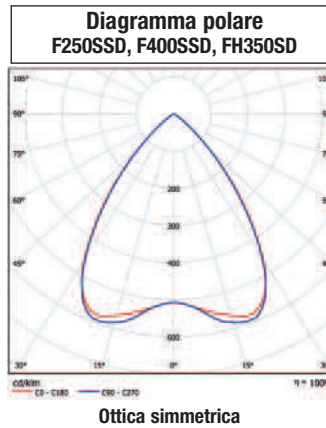
TR

19373	INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 3H 60-180V IP65	da ordinare separatamente
-------	---	---------------------------

Efficienza e dimmerazione

L'incremento dell'Efficienza luminosa (lm/W) e la vita utile dell'apparecchio possono variare sensibilmente secondo il livello di dimmerazione a cui è sottoposto. Ipotizzando un livello medio pari al 50% del flusso luminoso, si ottengono i seguenti dati per FH250/350/400 LED:

Dimmerazione SD	50%
Vita utile apparecchio	+40%
Efficienza luminosa	+10%



F250/400 LED

Reattore elettronico SmartDriver **SD**

Potenza* W	Cod. ord.	Descrizione	Optica	Potenza LED W	Temperatura colore K	Resa cromatica	Assorbimento Max W	N° LED	Flusso LED Im (Tj=25°C)	Flusso apparecchio Im	Efficienza luminosa lm/W	Classe energetica	Imballo
250	F250SSD	PRO LED 250 SM SD 4000K	SIMM	110	4000	>80	119	256	18500	16000	134	A++	1
400	F400SSD	PRO LED 400 SM SD 4000K	SIMM	216	4000	>80	234	512	35000	30000	128	A++	1
250	F250ASD	PRO LED 250 AS SD 4000K	ASIMM	110	4000	>80	119	256	18500	16000	134	A++	1
400	F400ASD	PRO LED 400 AS SD 4000K	ASIMM	216	4000	>80	234	512	35000	30000	128	A++	1

FH350 LED

Reattore elettronico SmartDriver **SD**

Potenza* W	Cod. ord.	Descrizione	Optica	Potenza LED W	Temperatura colore K	Resa cromatica	Assorbimento Max W	N° LED	Flusso LED Im (Tj=25°C)	Flusso apparecchio Im	Efficienza luminosa lm/W	Classe energetica	Imballo
350	FH350SD	PRO/RIF LED 350 SD 4K	DIF/SIM	157	4000	>80	175	384	27800	23000	131	A++	1

La versione FH350SD è fornita solo con ottica simmetrica/diffondente

FH300/400 LED

EcoDriver **ED**

Power* W	Cod. ord.	Descrizione	Optica	Potenza LED W	Temperatura colore K	Resa cromatica	Assorbimento Max W	N° LED	Flusso LED Im (Tj=25°C)	Flusso apparecchio Im	Efficienza luminosa lm/W	Classe energetica	Imballo
NEW 300	FH300ED	PRO/RIF LED 300 4K ED	SIMM/ASIMM	136	4000	>80	151	432	22500	19350	128	A++	1
NEW 400	FH400ED	PRO/RIF LED 400 4K ED	SIMM/ASIMM	181	4000	>80	202	576	30000	25800	128	A++	1



H250/400 LED

Riflettore

H250/400 LED è un apparecchio di nuovissima generazione in grado di combinare i vantaggi della sorgente luminosa LED con sistemi ottici all'avanguardia, sia per il rendimento che per la grande flessibilità applicativa. Le sorgenti LED, ad elevatissima efficienza, impiegate producono un illuminamento al suolo senza precedenti e ne consentono l'installazione ad oltre 12 metri di altezza. Lo schermo ha un'area emittente ampia ed uniforme, tanto da conseguire bassissima luminanza, quindi abbagliamento ridottissimo ed elevato comfort visivo. Le ottime caratteristiche meccaniche (IP66-IK09) ne consentono l'installazione in ambienti industriali anche gravosi. L'apparecchio è disponibile in tre diverse modalità ottiche: fascio concentrante, diffondente ed ellittico.

A differenza dei tradizionali apparecchi riflettori industriale, H250/H400 LED è caratterizzato da ridottissime dimensioni, in particolare in altezza, che lo rendono la soluzione ideale per capannoni con presenza di carriponte o altre strutture in movimento. L'apparecchio è progettato per resistere alle perturbazioni magnetiche tipiche di ambienti industriali (EN 61000-6-2).

CARATTERISTICHE GENERALI

Potenza equivalente* 250, 400 W

Conformità EN 60598-1, EN 60598-2-1, EN 60598-2-22 (requisiti fondamentali), EN 62471 (Rischio fotobiologico esente)

Alimentazione Universal Multy Voltage
93÷265 Vac - 50/60Hz
176÷250 Vdc

Grado di protezione IP66 con valvola di ventilazione, IK09

Temp. ambiente -30°C ÷ +50°C

Installazioni plafone, sospensione, barra elettrificata

Corpo Alluminio pressofuso verniciato alle polveri di poliestere RAL 7040

Ottica Lamellare a sviluppo parabolico in alluminio anodizzato brillantato antiriflescente, Diffondente, Concentrante, Ellissoidale

Schermo Vetro temprato prismatico 4mm

Alimentatore SELV elettronico SD (Cos $\phi \geq 0,96$) a dimmerazione intelligente

MTBF Alimentatore** 100.000h

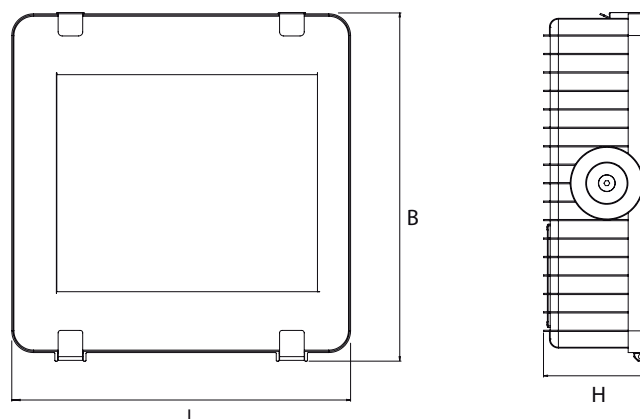
Mantenimento flusso luminoso** >60.000h (1x400)
>70.000h (1x250)
(L80B20)

Stabilità colore 3 SDCM

* Potenza equivalente per il confronto con apparecchi ad alogenuri metallici

** Alla temperatura ambiente di riferimento di 25°C

*** Per preservare il prodotto potrebbe intervenire un derating di potenza per limitare le temperature di esercizio.



Potenza * W	• Dimensioni (mm) •			Peso max kg
	L	B	H	
250	425	413	121	7.7
400	425	413	121	7.7

VARIANTI SPECIALI: VERSIONE "FOOD" con diffusore in policarbonato (IP54)
VERSIONE "EXTREME": per ambienti marini e ambienti con presenza di un'elevata concentrazione di aggressivi chimici (Acido Cloridrico, idrocarburi oli e residui di lavorazione, cloro ecc...)
TEMPERATURA COLORE A RICHIESTA, SICURO 24 SLGS, RESA CROMATICA ≥ 90
Contattare la rete di vendita Beggelli

Accessori

in dotazione

Cod. ord.	Descrizione
-	VITI ANTIVANDALICHE
-	PRESSACAPO M20 CON VALVOLA DI VENTILAZIONE

Domotica

da ordinare separatamente

Cod. ord.	Descrizione
20102	CENTRALE DOMOTICA
20124	CENTRALE DOMOTICA WIFI
20104	TRASMETTITORE RADIO DOMOTICO
15022	MODULO RADIO DOMOTICO
15024	MODULO DALI
15034	MODULO 1-10V
15025	MODULO RADIO GRANDE ESCO ITALIA

Accessori

in dotazione

Cod. ord.	Descrizione
15039	FOTOSENSORE INTELLIGENTE

Accessori

da ordinare separatamente

Cod. ord.	Descrizione
12658	GRIGLIA PROTEZIONE 250-400
12659	STAFFA DI FISSAGGIO PER BARRA ELETTRIFICATA
12664	STAFFA DI FISSAGGIO A PLAFONE
12663	CAVI DI SOSPENSIONE RIFLETTORE

STAFFA PER BARRA ELETTRIFICATA



12659 da ordinare separatamente

STAFFA A SOFFITTO PER PLAFONE



12664 da ordinare separatamente

INSTALLAZIONE A SOSPENSIONE



12663 da ordinare separatamente

EMERGENZA CON INVERTER LED VERSIONI SD

TR AT LG LGFM

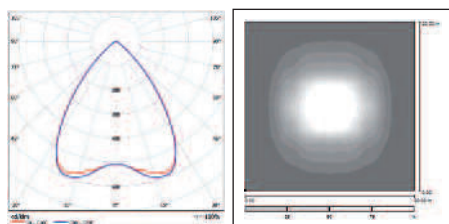
	19377 INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 1H 20-60V IP65	da ordinare separatamente
	19368 INVERTER PLUG&LIGHT LED SE/SA 3H 20-60V IP65	da ordinare separatamente
	19355* INVERTER LED LG 6W 55V 123H	da ordinare separatamente
	19372* INVERTER LED LG 8W 55V 123H	da ordinare separatamente
	19390* INV EXT AT/LG AR 15W 55V LTO	da ordinare separatamente
	19391* INV EXT AT/LG AR 15W 55V LiFe	da ordinare separatamente

gli inverter con tecnologia LG possono essere LGFM utilizzando Modulo cod. 19375
* è necessario l'utilizzo dell'IP65 cover (order code 19376) per l'utilizzo degli inverter

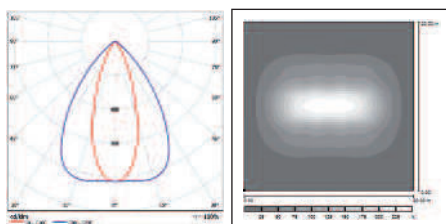
Efficienza e dimmerazione

L'incremento dell'Efficienza luminosa (lm/W) e la vita utile dell'apparecchio possono variare sensibilmente secondo il livello di dimmerazione a cui è sottoposto. Ipotizzando un livello medio pari al 50% del flusso luminoso, si ottengono i seguenti dati per H250/400 LED:

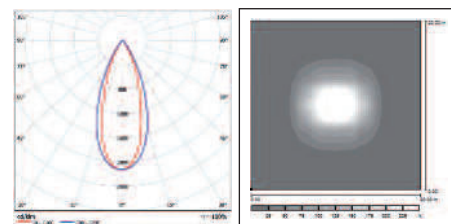
Dimmerazione SD 50%
Vita utile apparecchio +40%
Efficienza luminosa +10%



Ottica diffusante



Ottica ellittica



Ottica concentrante

H250/400 LED

Reattore elettronico SmartDriver

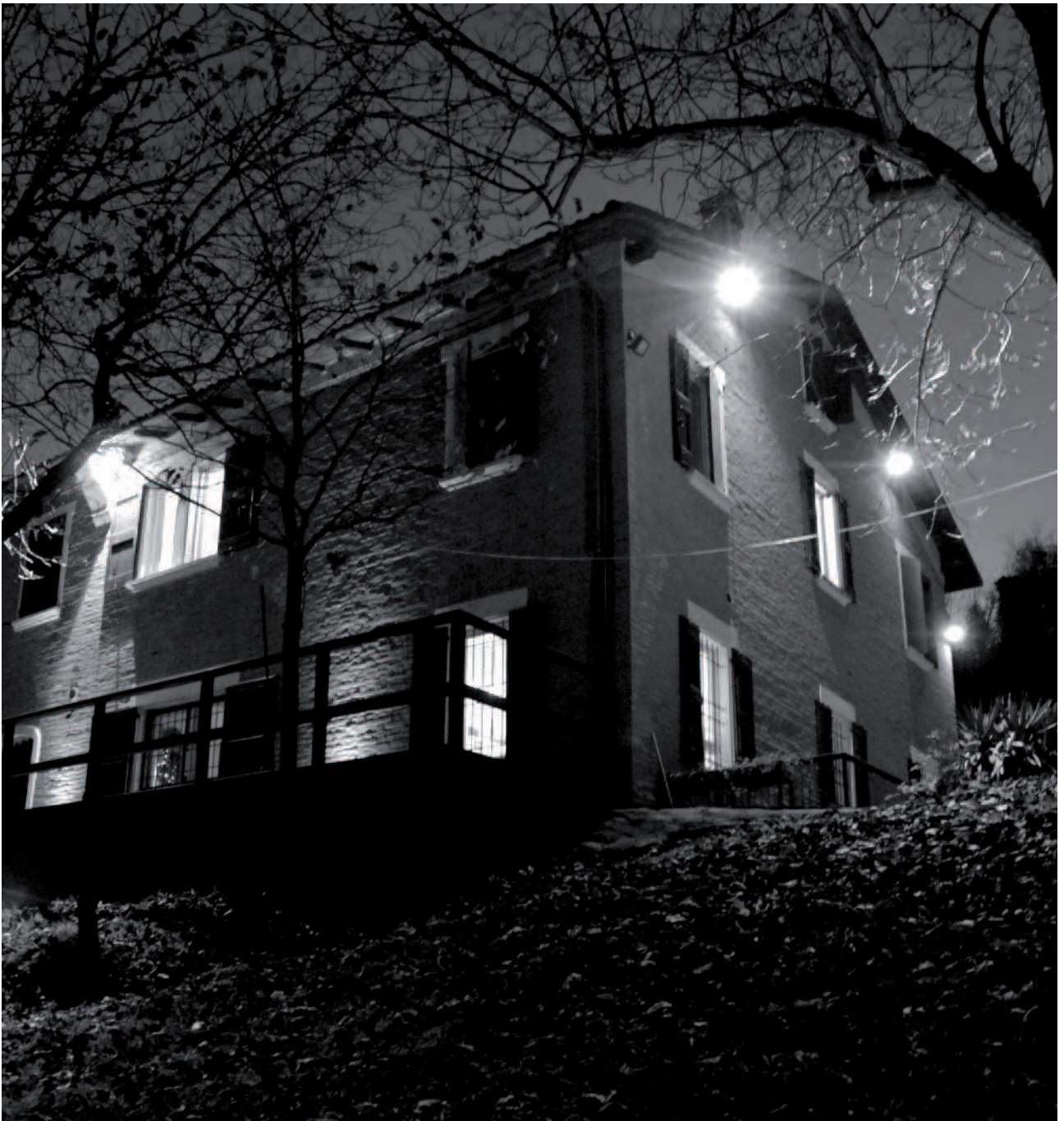
Potenza* W	Cod. ord.	Descrizione	Ottica	Potenza LED W	Temperatura colore K	Resa cromatica	Assorbimento Max W	N° LED	Flusso LED lm (Tj=25°C)	Flusso apparecchio lm	Efficienza luminosa lm/W	Classe energetica	Imballo
250	H250SD	RIF LED 250 DIFF SD 4000K	DIFFONDENTE	110	4000	>80	119	256	18500	16000	134	A++	1
400	H400SD	RIF LED 400 DIFF SD 4000K	DIFFONDENTE	216	4000	>80	234	512	35000	30000	128	A++	1
250	H250CSD	RIF LED 250 CONC SD 4000K	CONCENTRANTE	110	4000	>80	119	256	18500	16000	134	A++	1
400	H400CSD	RIF LED 400 CONC SD 4000K	CONCENTRANTE	216	4000	>80	234	512	35000	30000	128	A++	1
250	H250ESD	RIF LED 250 ELLIT SD 4000K	ELLITTICA	110	4000	>80	119	256	18500	16000	134	A++	1
400	H400ESD	RIF LED 400 ELLIT SD 4000K	ELLITTICA	216	4000	>80	234	512	35000	30000	128	A++	1



AREE INDUSTRIALI INDOOR O HANGAR DI GRANDI DIMENSIONI



AREE INDUSTRIALI O PARCHEGGI OUTDOOR



AREE OUTDOOR AD USO CIVILE

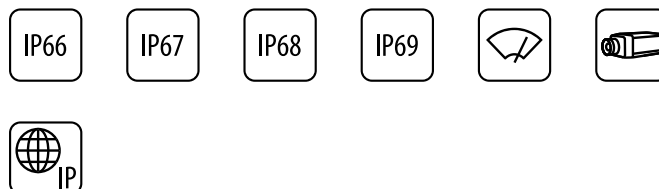


AREE COMMERCIALI OUTDOOR DI PICCOLE, MEDIE E GRANDI DIMENSIONI



NXPTZ

TELECAMERA PTZ DAY/NIGHT PER APPLICAZIONI ONSHORE/OFFSHORE, MARITTIME E INDUSTRIALI



NXPTZ



NXPTZ



DESCRIZIONE

La telecamera PTZ NXPTZ è un'eccezionale unità di posizionamento integrata che garantisce alte performance funzionali per l'uso in ambienti altamente corrosivi quali industriali e marini offshore/onshore.

NXPTZ richiede una minima manutenzione ed è completamente inattaccabile da ruggine e corrosione, grazie alla massima precisione adottata nei processi costruttivi e alla qualità dell'acciaio inox AISI 316L micropallinato al silicio ed elettrolucidato.

Tutti i modelli sono disponibili in versione analogica o IP.

La flessibilità delle funzioni di controllo Pan/Tilt/Zoom da parte dell'operatore permette di trasmettere video sulla rete locale (LAN) o via Internet tramite la compressione H.264/AVC, compatibile con il protocollo ONVIF, Profilo S.

Il software plug-in PTZ ASSISTANT di Videotec supporta qualsiasi VMS con controllo di tutte le funzioni speciali come tergicristallo e pompa.

Il grado IP66/IP67/IP68 garantisce la completa protezione alle intemperie e l'immersione in acqua fino a 1 metro per due ore. Inoltre la certificazione IP69 permette la pulizia dell'apparecchio con getti d'acqua ad alta pressione e ad alta temperatura.

NXPTZ è sempre fornita di tergicristallo integrato; è disponibile un'ampia scelta di taniche con pompa lavavetro con diverse capacità e prevalenze.

I prodotti della serie NXPTZ sono stati certificati Lloyd's Register Type Approval System Test Specification Number 1 e quindi possono essere utilizzati in applicazioni Marine e Offshore per categorie ambientali di tipo ENV1, ENV2, ENV3 e ENV5 (per esempio: navi passeggeri, ponti scoperti, spazi chiusi, locali tecnici soggetti a calore generato da altre apparecchiature, supporto visivo per le manovre di attracco).

CERTIFICAZIONI



CARATTERISTICHE PRINCIPALI

In acciaio Inox AISI 316L micropallinato al silicio ed elettrolucidato

Telecamera Day/Night:

- True Progressive Scan
- Alta risoluzione: fino a 550 Linee TV
- Stabilizzatore d'immagine avanzato (Modalità Stable Zoom)
- Day/Night (Auto ICR: rimozione filtro IR automatica)

Fino a 2 flussi video simultanei (versione IP)

Velocità variabile: da 0.1°/s fino a 100°/s orizzontale e verticale

Accuratezza di posizione: 0.02°

Cavo multipolare preinstallato (3m)

Tergicristallo integrato

Completo controllo delle funzioni ausiliarie tramite il PTZ ASSISTANT di Videotec (versione IP)

Temperatura operativa: da -40°C fino a +60°C

Grado di protezione: IP66, IP67, IP68, IP69

Certificazione marine: Lloyd's Register Marine Type Approval

Opzioni:

- Controllo IP, H.264/AVC e JPEG, 25fps, Full D1 (compatibile con protocollo ONVIF, Profilo S)

DATI TECNICI

GENERALE

Sistema dinamico di controllo della posizione

Stringa di 16 caratteri per titolazione dell'area e dei preset

Numero massimo di preset: 250

Funzioni: Autopan, Preset, Patrol, Tour (massimo 3), Autoflip

MECCANICA

Costruzione in acciaio Inox AISI 316L

Superfici esterne micropallinate al silicio ed elettrolucidate

Cavo multipolare preinstallato (3m)

Rotazione orizzontale: 360°, rotazione continua

Rotazione verticale: da -90° fino a +90°

Velocità orizzontale (variabile): da 0.1°/s fino a 100°/s

Velocità verticale (variabile): da 0.1°/s fino a 100°/s

Accuratezza del richiamo delle posizioni di preset: 0.02°

Tergicristallo integrato

Finestra della custodia

- Materiale: Vetro
- Spessore: 6mm

Peso unitario: 20.5kg

ELETRICO

Tensione di alimentazione/Corrente assorbita:

- 230Vac, 0.5A max, 50/60Hz
- 24Vac, 5A max, 50/60Hz
- 120Vac, 1A max, 50/60Hz

Potenza assorbita:

- 120W
- 29W, brandeggio fermo, riscaldamento spento

RETE

Solo per versioni IP del prodotto:

Connessione Ethernet: 10BASE-T/100BASE-T

Connettore: RJ45

Lunghezza del cavo: 100m max

COMUNICAZIONI SERIALI

Configurabile da OSM

2 interfacce seriali RS-485 half-duplex o RS-422 full-duplex

Aggiornamento firmware da console in remoto (PELCO D, MACRO)

Fino a 999 unità indirizzabili via dip-switch

Protocollo di comunicazione seriale: AMERICAN DYNAMICS, ERNITEC, PANASONIC, PELCO D, MACRO

VIDEO

Versione analogica:

- 1 uscita video, 75 Ohm, 1Vpp (PAL/NTSC)

Versioni IP del prodotto:

- Encoder video
- Protocollo di comunicazione: ONVIF, Profilo S
- Configurazione del dispositivo: TCP/IPv4-IPv6, UDP/IPv4-IPv6, HTTP, NTP, DHCP, WS-DISCOVERY, QoS, IGMP (Multicast)
- Streaming: RTSP, RTCP, RTP/IPv4
- Compressione video: H.264/AVC, MJPEG
- Flussi video indipendenti: 2
- Risoluzione immagine: da Full D1 (720x576 per il PAL, 720x480 per NTSC) a 352x240
- Web Server

INTERFACCIA I/O

Scheda allarme I/O:

- Ingressi allarme: 5
- Uscite relè: 2 (1A, 30Vac/60Vdc max)

AMBIENTE

Installazione per interni ed esterni

Temperatura di esercizio: da -40°C fino a +60°C

Immunità agli impulsi: fino a 2kV tra linea e linea, fino a 4kV tra linea e terra (Classe 4)

Umidità relativa: da 5% fino a 95%

CERTIFICAZIONI

Sicurezza elettrica (CE): EN60950-1, IEC60950-1

Compatibilità elettromagnetica (CE): EN601000-6-4, EN61000-3-2, EN61000-3-3, EN50130-4, EN55032 (Classe A)

Installazione all'esterno (CE): EN60950-22, ICE60950-22

Grado di protezione IP (EN60529): IP66, IP67, IP68, IP69

Certificazione EAC

Certificazione UL (UL60950-1, CAN/CSA C22.2 No. 60950-1-07): cULus Listed (solo per versione in 24Vac)

Compatibilità elettromagnetica (Nord America): FCC part 15 (Classe A), ICES-003 (Classe A)

Grado di protezione Type (UL50E): 4X (solo per versione in 24Vac)

CERTIFICAZIONI - APPLICAZIONI MARINE

Certificazione Lloyd's Register Marine Type Approval (le versioni 24Vac e 120Vac necessitano di filtro accessorio FM1010):

- Test Specification Number 1 (ENV1, ENV2, ENV3, ENV5)

Compatibilità elettromagnetica: EN60945

Resistenza alla nebbia salina: EN60068-2-52

Il prodotto ha superato il test a 70°C per 16 ore in accordo con EN60068-2-2

ACCESSORI

WASPTOV5L5M00	Tanica 5l, pompa con prevalenza 5m, IN 230Vac-24Vac-120Vac
WASPTOV23L5M00	Tanica 23l, pompa con prevalenza 5m, IN 230Vac-24Vac-120Vac
WASPTOV23L11M00	Tanica 23l, pompa con prevalenza 11m con galleggiante, IN 230Vac-24Vac-120Vac
WASPT1V23L30M00	Tanica 23l, pompa con prevalenza 30m con galleggiante, IN 230Vac
WASPT3V23L30M00	Tanica 23l, pompa con prevalenza 30m con galleggiante, IN 120Vac
WASN1V10L20M00	Tanica 10l con pompa manuale integrata, controllata da elettrovalvola, prevalenza fino a 20m max, IN 230Vac
WASN2V10L20M00	Tanica 10l con pompa manuale integrata, controllata da elettrovalvola, prevalenza fino a 20m max, IN 24Vac

WASN3V10L20M00 Tanica 10l con pompa manuale integrata, controllata da elettrovalvola, prevalenza fino a 20m max, IN 120Vac

FM1010 Filtro EMC per certificazione Marine

SUPPORTI E ADATTATORI

NXPTZWB	Supporto da parete in acciaio Inox AISI 316L
NXPTZTW	Supporto per montaggio a parapetto o soffitto in acciaio Inox AISI 316L
NXPTZCOL	Modulo adattatore da palo in acciaio Inox AISI 316L
NXPTZCW	Modulo adattatore angolare in acciaio Inox AISI 316L

IMBALLAGGIO

Codice	Peso	Dimensione (WxHxL)	Imballaggio multiplo
NXPTZ1PVW000A	25kg	54x31x49cm	-

TELECAMERE ANALOGICHE (DAY/NIGHT)

	Day/Night 36x	
	PAL	NTSC
Zoom ottico	36x	
Wide Dynamic Range (ON, OFF, Auto)	√	
True progressive SCAN	√	
Stabilizzazione immagine digitale	√	
Bilanciamento del bianco	Auto, ATW, Indoor, Outdoor (Fix/Auto), Sodium Vapor Lamp (Fix/Auto), Manuale	
Elevata risoluzione orizzontale	Fino a 550 Linee TV	
Day/Night (Auto ICR)	√	
Sensore di immagine	1/4" EXView HAD CCD	
Numero di Pixel effettivi	~ 440000 pixel	~ 380000 pixel
Illuminazione Min. Colore (IR-Cut Filter = OFF) (Interlace Mode)	1.4Lux / 1/50s 0.1 Lux / 1/3s	1.4Lux / 1/60s 0.1 Lux / 1/4s
Illuminazione Min. B/W (Interlace Mode)	0.01 Lux / 1/3s	0.01 Lux / 1/4s
Aumento automatico del tempo di esposizione per migliorare la visione notturna	√	
Rapporto S/N	Superiore a 50dB	
Controllo AE	Automatico, Priorità di otturatore, Priorità di diaframma, Priorità di luminosità e Manuale	
Compensazione di retroilluminazione	On/Off	
Mascheratura sferica (3D) della aree di Privacy con aggiornamento automatico	√	
Mascheratura della Zona di Privacy	On/Off (24 posizioni)	
Numero massimo di blocchi di mascheratura visualizzabili	8	
Risoluzione dei blocchi di mascheratura	160x120 HxV	
Mascheratura	Fino a 15 tipi di mascheratura diversi: 14 colori oppure effetto mosaico	
Sistema di focalizzazione	Auto (Sensibilità: Normale, Bassa), Trigger PTZ, Manuale	
Controllo lenti "Intelligente"	Reset Lenti Automatico	
Elevata capacità di Zoom e ampio campo visivo orizzontale	√	
Zoom ottico	36x, f=3.4 (grandangolo) a 122.4mm (tele) / F1.6 a F4.5	
Zoom digitale	12x (432x con zoom ottico)	
Angolo di visione orizzontale	57.8 gradi (grandangolo) a 1.7 gradi (tele)	
Distanza minima dell'oggetto	10mm (grandangolo) a 1500mm (tele)	
Velocità dell'otturatore	1/1 ÷ 1/10000s	

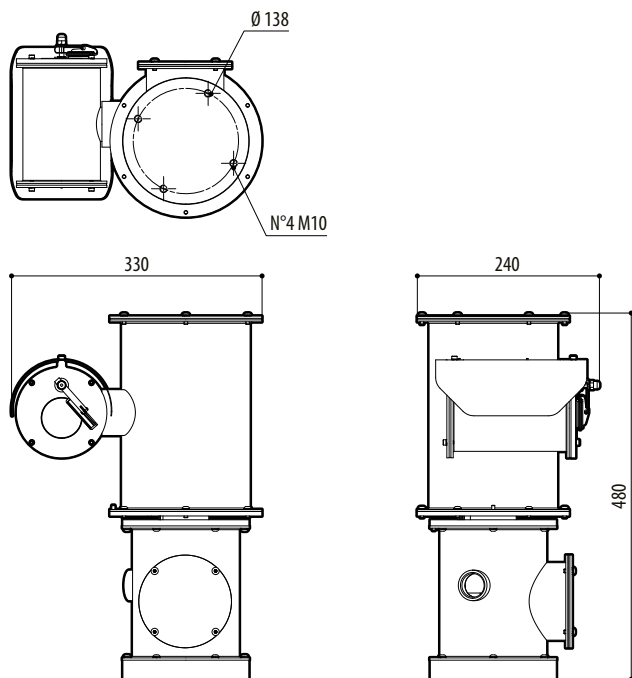
NXPTZ - OPZIONI DI CONFIGURAZIONE

	Voltaggio	Telecamera Day/Night				Uscita Video	
NXPTZ	1 230Vac	P Telecamera Day/Night 36x zoom, PAL	V Con scheda allarmi	W Con tergcristallo	0	0 Controllo analogico	00A
	2 24Vac	N Telecamera Day/Night 36x zoom, NTSC				Z Controllo IP H.264/AVC, protocollo ONVIF Profilo S	
	3 120Vac						

Non tutte le combinazioni sono possibili.

DISEGNI TECNICI

Le misure indicate sono espresse in millimetri.



NXPTZ



Cavidotto corrugato doppia parete d.160

Descrizione

Cavidotto corrugato doppia parete diametro 160 mm in polietilene matassa 50 mt

Anagrafica Prodotto

Codice Prodotto
CAV160

Codice Originale
CAV160


Ulteriori informazioni

Il cavidotto corrugato doppia parete completamente in polietilene , viene utilizzato per la protezione dei cavi elettrici e di telecomunicazioni , nel cavidotto e' incluso il tirafilo interno .

Il cavidotto corrugato viene estruso in due pareti , quella interna liscia per favorire l'inserimento dei cavi e quella esterna corrugata per renderlo piu' resistente.

Queste caratteristiche permettono un'estrema leggerezza del tubo , facilitandone la posa e l'utilizzo in ogni tipologia di terreno facendolo diventare estremamente adattabile , rendendo solide le caratteristiche tecniche e prestazionali.

Il diametro esterno del cavidotto corrugato e' di 160 mm mentre il diametro interno e' di 120 mm .Si puo' trovare in commercio di vari colori come ROSSO , NERO GRIGIO e BLU che nella maggior parte dei casi viene utilizzato per cavi di telecomunicazione .

 [Richiedi informazioni](#)



Dati tecnici di prodotto

Forma e dimensioni

Con cordicella	SI
Dimensione nominale in pollici	Altri
Diametro esterno[mm]	160
Con intaglio longitudinale	SI
Raggio di curvatura statico[mm]	800
Chiudibile (in due parti)	NO
Diametro interno[mm]	120
Diametro nominale[mm]	160

Alimentazione

Temperatura di impiego[°C]	20 - 60+
----------------------------	----------

Materiali

Materiale di rivestimento	Polietilene (PE)
Comportamento alla piegatura	Pieghevole
Materiale	Polietilene (PE)
Resistente ai raggi UV	SI
Resistenza alla compressione[N]	450

Funzionalità

Strato interno ultra scorrevole	SI
---------------------------------	----

Protezione

A propagazione di fiamma	NO
--------------------------	----

Per altre informazioni

scrivici a	info@voltair.it
------------	-----------------



Varianti articolo

CAV_CAV40
CAV_CAV50
CAV_CAV63
CAV_CAV75
CAV_CAV90
CAV_CAV110
CAV_CAV125
CAV_CAV40BLU
CAV_CAV50BLU
CAV_CAV63BLU
CAV_CAV75BLU
CAV_CAV90BLU
CAV_CAV110BLU
CAV_CAV125BLU

Articoli correlati

-

Avvertenze

Emme2 srl si impegna per assicurare l'accuratezza e la veridicità dei dati qui riportati ma ciò non esclude la presenza di errori e/o omissioni in buona fede. Per questa ragione le informazioni qui contenute non sono vincolanti per la garanzia del prodotto invitandovi a prendere visione delle condizioni di vendita disponibili sul sito www.voltair.it. In un ottica di continuo aggiornamento e miglioramento, Emme2 srl, si riserva di apportare ,senza alcun preavviso, le modifiche che più riterrà opportune.



Cavidotto corrugato doppia parete d.50

Descrizione

Cavidotto corrugato doppia parete diametro 50 mm in polietilene matassa 50 mt

Anagrafica Prodotto

Codice Prodotto
CAV50

Codice Originale
CAV50

Ulteriori informazioni


Il cavidotto corrugato doppia parete completamente in polietilene , viene utilizzato per la protezione dei cavi elettrici e di telecomunicazioni , nel cavidotto e' incluso il tirafilo interno .

Il cavidotto corrugato viene estruso in due pareti , quella interna liscia per favorire l'inserimento dei cavi e quella esterna corrugata per renderlo piu' resistente.

Queste caratteristiche permettono un'estrema leggerezza del tubo , facilitandone la posa e l'utilizzo in ogni tipologia di terreno facendolo diventare estremamente adattabile , rendendo solide le caratteristiche tecniche e prestazionali.

Il diametro esterno del cavidotto corrugato e' di 50 mm mentre il diametro interno e' di 37 mm .

Si puo' trovare in commercio di vari colori come ROSSO , NERO GRIGIO e BLU che nella maggior parte dei casi viene utilizzato per cavi di telecomunicazione .

 [Richiedi informazioni](#)



Dati tecnici di prodotto

Forma e dimensioni

Con cordicella	SI
Dimensione nominale in pollici	2 pollici
Diametro esterno[mm]	50
Con intaglio longitudinale	SI
Raggio di curvatura statico[mm]	250
Chiudibile (in due parti)	NO
Diametro interno[mm]	37
Diametro nominale[mm]	50

Alimentazione

Temperatura di impiego[°C]	20 - 60+
----------------------------	----------

Materiali

Materiale di rivestimento	Polietilene (PE)
Comportamento alla piegatura	Pieghevole
Materiale	Polietilene (PE)
Resistente ai raggi UV	SI
Resistenza alla compressione[N]	450

Funzionalità

Strato interno ultra scorrevole	SI
---------------------------------	----

Protezione

A propagazione di fiamma	NO
--------------------------	----

Per altre informazioni

scrivici a	info@voltair.it
------------	-----------------



Varianti articolo

CAV_CAV40
CAV_CAV63
CAV_CAV75
CAV_CAV90
CAV_CAV110
CAV_CAV125
CAV_CAV160
CAV_CAV40BLU
CAV_CAV50BLU
CAV_CAV63BLU
CAV_CAV75BLU
CAV_CAV90BLU
CAV_CAV110BLU
CAV_CAV125BLU

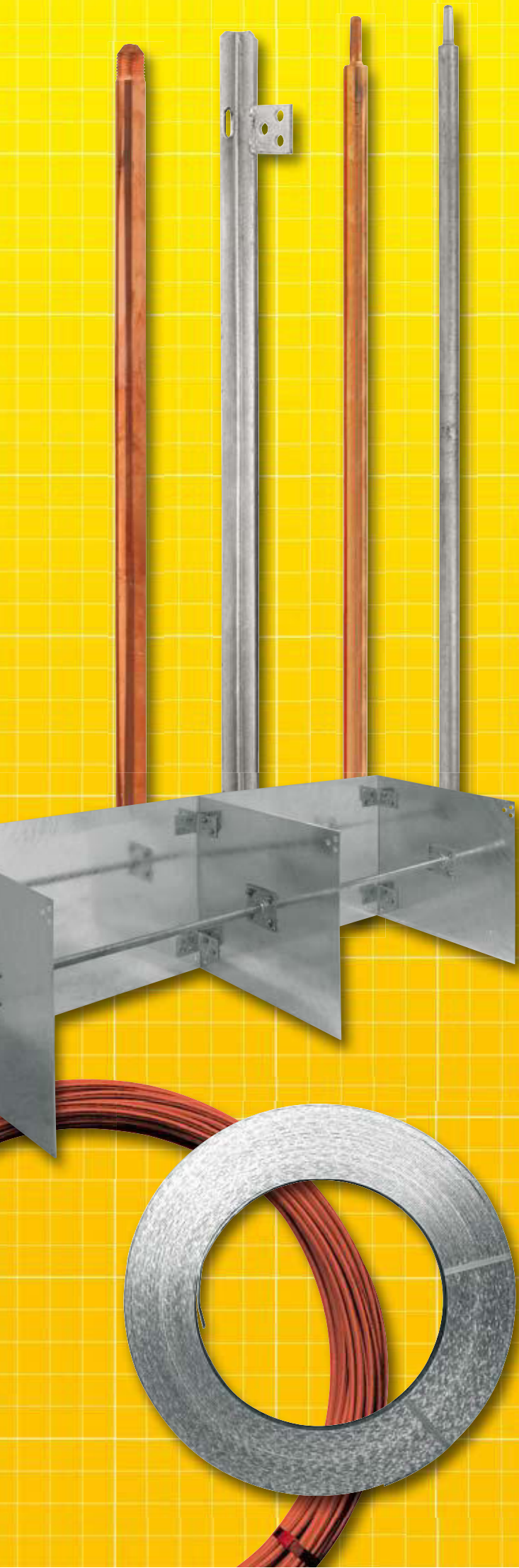
Articoli correlati

-

Avvertenze

Emme2 srl si impegna per assicurare l'accuratezza e la veridicità dei dati qui riportati ma ciò non esclude la presenza di errori e/o omissioni in buona fede. Per questa ragione le informazioni qui contenute non sono vincolanti per la garanzia del prodotto invitandovi a prendere visione delle condizioni di vendita disponibili sul sito www.voltair.it. In un ottica di continuo aggiornamento e miglioramento, Emme2 srl, si riserva di apportare ,senza alcun preavviso, le modifiche che più riterrà opportune.

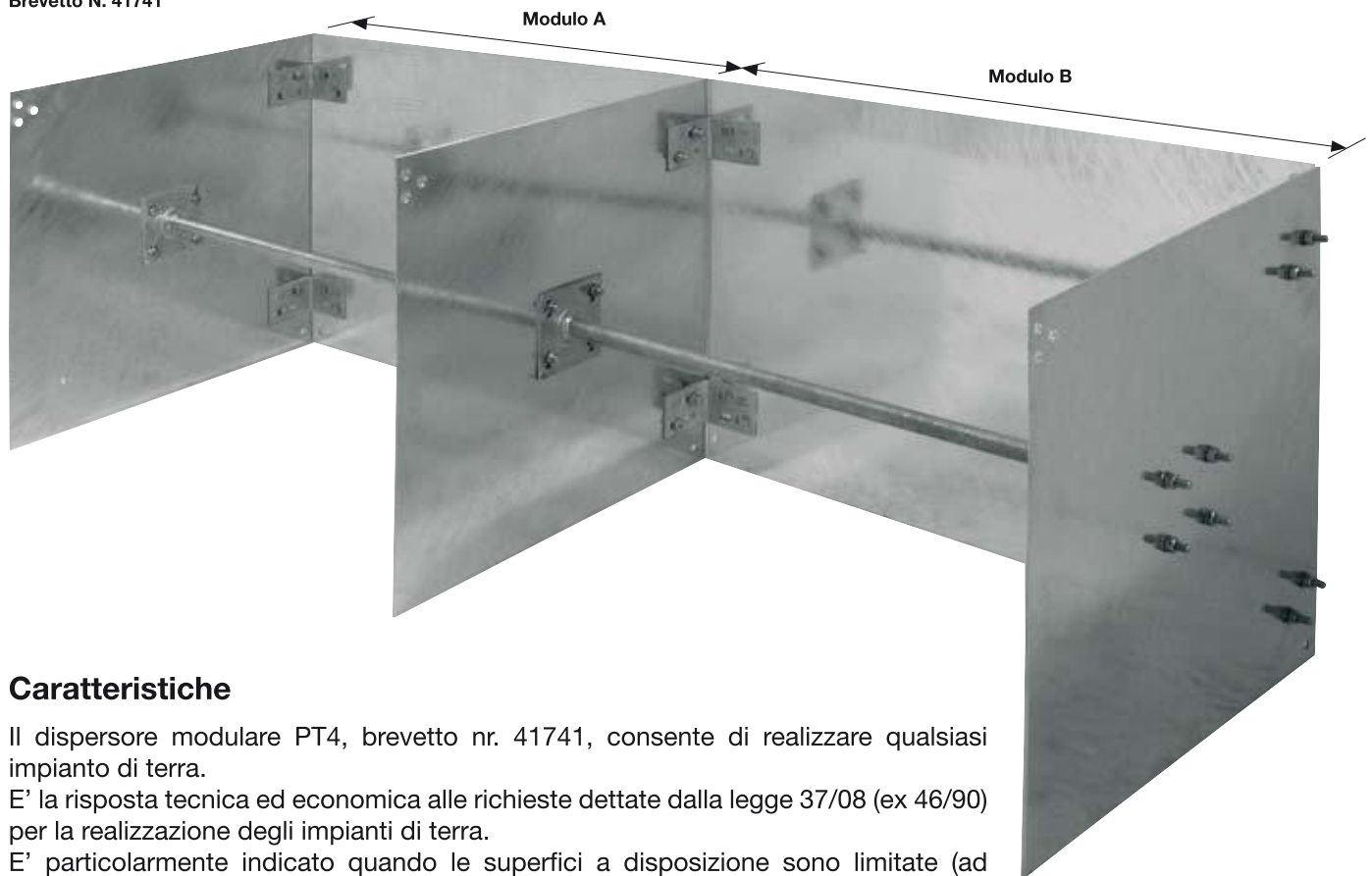
SISTEMI PER IMPIANTI DI TERRA, PARAFULMINE ED EQUIPOTENZIALI LPS ESTERNI



Dispensore di terra modulare PT4	pag. 40
Dispensore di profondità Coppercoat e accessori	pag. 42
Dispensore di profondità Nuova Coppercoat e accessori ...	pag. 44
Dispensore di profondità Zincoat e accessori	pag. 46
Dispensore di profondità Inox AISI 316 e accessori	pag. 48
Dispensori di profondità in profilato e accessori	pag. 49
Dispensore tubolare di profondità e accessori	pag. 50
Dispensori a piastra, piatti, tondi, a fune e accessori	pag. 51
Funi metalliche ed accessori	pag. 52
Aste di captazione e accessori	pag. 54
Morsetti di derivazione	pag. 55
Supporti	pag. 56
Supporti per tetti piani ed ondulati, per coppi e tegole	pag. 60
Morsetti di derivazione	pag. 63
Piastre per nodo principale ed accessori	pag. 66
Trecce di massa	pag. 70
Fascette	pag. 71
Fissatubi e giunzioni	pag. 72

DISPERSORE DI TERRA MODULARE PT4. PIASTRE

Brevetto N. 41741



Caratteristiche

Il dispersore modulare PT4, brevetto nr. 41741, consente di realizzare qualsiasi impianto di terra.

E' la risposta tecnica ed economica alle richieste dettate dalla legge 37/08 (ex 46/90) per la realizzazione degli impianti di terra.

E' particolarmente indicato quando le superfici a disposizione sono limitate (ad esempio nei centri storici delle città e nei condomini).

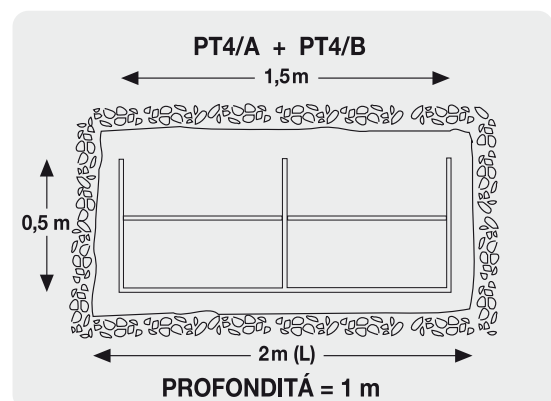
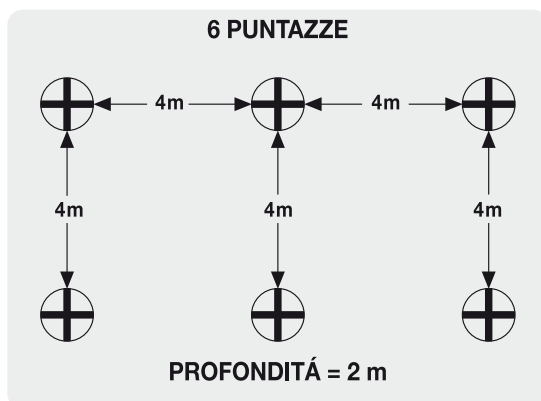
La sua modularità ed espandibilità senza limiti, consente di realizzare impianti di terra con valori particolarmente bassi.

Può essere utilizzato anche per realizzare impianti di terra per sistemi TN, in terreni ad alta resistività.

La configurazione geometrica del dispersore PT4 offre una resa comparabile a 5 piastre in parallelo, perciò la sua efficacia equivale mediamente a 6 puntazze, di 1,5 metri di lunghezza, distanziate di 4 metri una dall'altra.

Valori a confronto

6 puntazze	Dimensioni scavo	Dispersore PT4
L = 28 m	(L = lunghezza)	L ~ 2 m
P = 2 m	(P = profondità)	P ~ 1 m
S = 32 m ²	Superficie necessaria (S)	S = 2 m ²



DISPERSORE DI TERRA MODULARE PT4. PIASTRE

Brevetto N. 41741

Dispensore modulare a piastre PT4 in acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.

Viti in acciaio INOX.

Dimensioni (mm) H 500 - L 750 - P 500.

Spessore 3 mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2

Modulo base (1)



Modulo complementare (1)

Collegamenti

Effettuare il collegamento del conduttore di protezione nella parte mediana del dispersore.

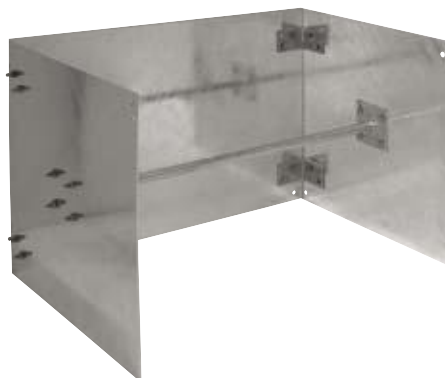
Morsetti di collegamento

Per tondo o corda in acciaio zincato Ø 8 ÷ 10 mm: codice 3110626 (vedi pag. 56).

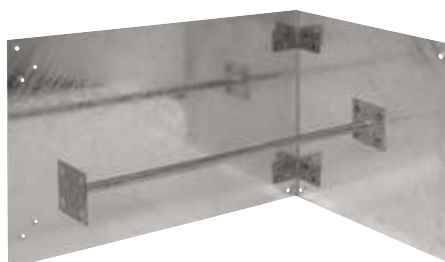
(1) Per ottenere una valida efficacia, è indispensabile accoppiare il modulo base PT4/A con il modulo complementare PT4/B. La messa in opera del PT4 con impianti già esistenti, dovrà avvenire posizionando il PT4 a distanze maggiori o uguali a 5 volte il diametro D equivalente dell'impianto di terra esistente.



Articolo	Codice	Conf. Pz.
Dispensore mod. base PT4-A	3060001	1



Articolo	Codice	Conf. Pz.
Dispensore mod. compl. PT4-B	3060002	1



Valori di resistenza di terra (■) con terreno omogeneo

RESISTIVITÀ TERRENO $\Omega \cdot m$	RESISTENZA DI TERRA (Ω) (■) con PT4 a 1 m di profondità				
	PT4/A + PT4/B	MODULO BASE PT4/A + MODULO COMPLEMENTARE PT4/B, più ...			
		1 PT4/B	2 PT4/B	3 PT4/B	4 PT4/B
50	5	3,7	2,8	2,3	1,9
100	10	7,5	5,7	4,6	3,9
150	15	11	8,6	7	5,9
200	20	14	11,4	9	7,9
300	31	22	17,2	14	11,8
400	41	29	22	18	15,8
500	52	37	28	23	19,8
600	62	44	34	28	23,7
700	72	51	40	32	27
900	93	66	51	42	35
1000	104	74	57	46	39

■ : Per valori non indicati in tabella, consultare i nostri uffici tecnici regionali.

■: I valori sopra elencati sono ulteriormente riducibili di un 30% circa con l'impiego di sali correttivi tipo GELOSAL (vedi pag. 53).



Coppercoat®

Dispensori **prolungabili** in **acciaio totalmente ramato**, lunghi m. **1,5**, aventi le estremità filettate raccordabili. Adatti per piccole o profonde infissioni.

- Testa: estremità filettata con testa piana per ricevere il battipalo.
- Punta: estremità filettata con testa a punta, lavorata al tornio, per agevolare la penetrazione del dispersore nel terreno.

Grazie a questo accorgimento si ha un uso alternativo di ogni elemento che può essere usato sia come punta, sia come prolunga.

Dispensori rispondenti alle norme CEI: 11-1; 64-8; 81-10.

Resistenza di contatto nei giunti.

Preventivamente sono stati preparati due provini, per ogni diametro di dispersore, costituiti ognuno da due elementi congiunti insieme; i manicotti sono stati avvitati a mano e stretti il più possibile con normali chiavi aperte.

Le giunzioni, realizzate con gli appositi manicotti, senza alcun preventivo trattamento ed alcuna battitura, sono state fatte percorrere da una corrente alternata a 50 Hz di valore 50 A e successivamente di 100 A, in ambiente a 20° C di temperatura e al 60% di umidità.

La resistenza elettrica misurata – con il metodo volt-amperometrico a regime raggiunto, di un tratto di dispersore senza giunto lungo 50 cm e di un eguale tratto comprendente il giunto è riportata nella tabella sottostante.

Modalità d'infissione

Per la penetrazione dei dispersori si può usare il martello pneumatico o la mazza. Per proteggere la filettatura nel primo caso è necessario un apposito cursore, nel secondo si fa uso del battipalo (per terreni duri usare il battipalo in acciaio temprato). L'infissione del primo elemento deve avvenire mantenendolo ben verticale affinché i colpi vengano applicati sempre in modo strettamente coassiale al dispersore: un lavoro fuori asse può danneggiarlo o deformarlo. Quando il primo elemento sporge dal terreno circa 20 cm, si avvita il manicotto esagonale, stringendolo con apposita chiave (n. 20 per Ø 15, n. 22 per Ø 18, n. 30 per Ø 25).

Si passa quindi ad innestare il secondo elemento (di prolunga) avvitandone la punta, nel manicotto finché questa vada a congiungersi saldamente con la testa del dispersore interrato. Si calza nuovamente il battipalo o il cursore sulla testa del nuovo elemento e si continua nelle operazioni di infissione.

Per evitare che continui colpi di martello pneumatico o manuale, allontanino tra loro la testa e la punta degli elementi antagonisti (cosa che si verifica se le estremità non sono state saldamente congiunte), sarà bene durante le operazioni di infissione, ruotare ogni tanto in senso orario l'elemento appena inserito.

RISULTANZE DELLE PROVE UFFICIALI DI COMPORTAMENTO ELETTRICO PER LE GIUNZIONI A MANICOTTO DEI DISPERSORI COPPERCOAT				
Ø Nomin. (mm)	Corrente di prova (A)	Resistenza elettrica sul tronco d'asta senza giunto (*) (mΩ)	Resistenza elettrica sul tratto di ugual lunghezza comprendente il giunto (**) (mΩ)	Nota
15	50	1,30	1,20	I valori di resistenza inferiori, rilevati sul tratto di dispersore comprendente il giunto, si giustificano considerando che i manicotti di ottone aumentano notevolmente la sezione dei dispersori in corrispondenza dei giunti.
	100	1,33	1,24	
18	50	1,58	1,44	
	100	1,57	1,47	
25	50	0,94	0,92	
	100	0,98	0,97	
		(*) valori medi su due tronchi di 2 provini		
		(**) valori medi in due provini		

DISPERSORE DI PROFONDITÀ COPPERCOAT E ACCESSORI

Dispensore a picchetto "Coppercoat"

A norme CEI 11-1; 64-8; 81-10.

In **acciaio totalmente ramato galvanicamente**, preventivamente **nicelato**.

Estremità filettate. Lunghezza m 1,5 prolungabile.

Spessore rame 100 - 250 microns ca.

Adatto per piccole o profonde infissioni.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.

A richiesta: 300 microns.



	Codice	Ø mm	Sezione mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Spessore 100 µm	3020001	15	177	2,100	10
	3020002	18	255	3,000	5
	3020003	25	491	5,800	1
Spessore 250 µm	3020101	15	177	2,100	10
	3020102	18	255	3,000	5
	3020103	25	491	5,800	1



Manicotto di giunzione per prolunga

In **ottone**.

Filettato internamente.



	Codice	Sezione mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
	3110001	15	0,090	25
	3110002	18	0,090	25



Morsetto semplice

In **ottone**; bullone M 10 x 20 mm.

Per il collegamento di tondi, corde, funi.

Applicazioni a Norme CEI 64-8 / CEI 11-1.



	Codice	Per Ø mm	Per corde Ø mm	Fino a mm²	kg./Pz.	Conf. Pz.
	3110041	15	7	35	0,050	20
	3110042	18 ÷ 20	8	50	0,070	20

Morsetto passante

Corpo e bulloneria M 10 x 30 mm in **acciaio ramato**.
Sezione 30 x 4 mm.

Per il collegamento passante tra i dispersori a picchetto tramite i conduttori tondi, corde, funi, fino a Ø 10 mm o conduttori piatti fino a 40 mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



	Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
	3110105	8÷10/16/18		20
	3110101	18	0,354	10
	3110106	8÷10/20		20
	3110103	25	0,364	10



Morsetto a collare

Corpo e bulloneria in **acciaio ramato**.

Sezione: 40 x 3 mm; bulloneria M8 x 25 mm; foro per la connessione Ø 10 mm.

Per il collegamento di tondi, corde, funi.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



	Codice	Per Ø mm	Ø	kg./Pz.	Conf. Pz.
	3110181	15 ÷ 18	3 / 8"	0,210	10
	3110183	25	3 / 4"	0,240	10



Battipalo

In **acciaio dolce C10** o

in **acciaio temprato 38NCD4, zincato**.

Per la protezione della filettatura, durante le operazioni di infissione.



	Codice	Per Ø mm	Esecuzione	kg./Pz.	Conf. Pz.
	3110301	15	Acciaio dolce	0,130	1
	3110302	18	Acciaio dolce	0,120	1
	3110321	18	Acciaio temprato	0,220	1
	3110322	25	Acciaio temprato	0,210	1



*Nuova
Coppercoat*

Dispensori **prolungabili** in **acciaio totalmente ramato**, lunghi m **1,5** con estremità coniche calibrate a maschio/femmina ad innesto rapido, che garantiscono un'ottima conduttività elettrica e bassissimi valori di resistenza elettrica. Adatti per profonde infissioni e per terreni duri. **Dispensori rispondenti alle norme CEI: 11-1; 64-8; 81-10.**

Vantaggi

- GIUNTO AD INNESTO RAPIDO: non vi sono elementi sciolti per la congiunzione; in cantiere si va solo con i dispersori e gli attrezzi per l'infissione.
- RAPIDITÀ DI COLLEGAMENTO: non occorre nessun accorgimento particolare durante le operazioni di infissione; appena interrato un elemento, si innesta il seguente e si riprende a martellare.
- ESTREMA ADERENZA TERRENO-DISPERSORE: l'assenza di manicotti di giunzione impedisce che durante l'infissione si crei nel terreno, specie se questo è argilloso, un foro di penetrazione di \emptyset maggiore rispetto al \emptyset del dispersore.
- RESISTENZA MECCANICA: i dispersori **Nuova Coppercoat** resistono alle sollecitazioni di trazione e torsione dovute ad assestamento del terreno e a movimenti di terra in superficie.
- RESISTENZA ALLA CORROSIONE: sia la «Punta» che la «Testa» sono ramate, poiché l'immersione nei bagni elettrolitici dei dispersori avviene dopo le operazioni di tornitura. In ogni caso poiché l'innesto è perfettamente calibrato, l'adesione delle pareti della «Testa» e della «Punta» garantisce un'assoluta tenuta stagna con esclusione quindi di azioni corrosive all'interno della giunzione.

Resistenza di contatto nei giunti e comportamento meccanico

Circa il comportamento meccanico, provini della lunghezza di 10 cm – ricavati dalle testate finite dei due tipici diametri-base di 18 e di 25 mm – sono stati sottoposti:

- per la congiunzione, a compressione fino alla «chiusura completa» (ossia fino al raggiunto contatto delle due teste d'estremità);
- per la disgiunzione, a trazione fino al «distacco libero» con forza progressivamente crescente nella misura di 100 kg/s.

I risultati sono riportati nella Tabella 1.

Circa il comportamento elettrico, analoghi provini ricavati da spezzoni di elementi congiunti mediante la caduta di una massa battente di 3 kg da un'altezza di 1,5 m, per 10 volte, sono stati sottoposti a una corrente alternata (a 50 Hz) prima di 50 e poi di 100 A, in ambiente a 20° C di temperatura e al 60% di umidità.

I risultati – in termini di resistenza media di contatto per ciascun giunto, valutata per differenza tra la resistenza elettrica di tronchi d'asta comprendenti un giunto e di tronchi d'asta continui, della medesima lunghezza di 50 cm – sono riportati nella Tabella 2.

Per l'una e per l'altra serie di prove, le cifre appaiono estremamente probanti.

Sempre fra elementi in serie del dispersore componibile in oggetto, la loro giunzione a innesto è stata altresì provata in condizioni «elettrodinamiche» ed «elettrotermiche».

Al proposito, si è rilevato che tutti i provini in coppia giuntata, sottoposti a C.A. di 3000 A efficaci per 5 s (ossia a una corrente simulante guasto a terra di entità assai rilevante, per un tempo pari alla massima tra le «brevi durate» ovunque assumibili), non hanno presentato la minima alterazione di nessun genere.

Tabella 1

RISULTANZE DELLE PROVE UFFICIALI DI COMPORTAMENTO MECCANICO		
\emptyset Nomin. (mm)	Forza necessaria per la chiusura completa del giunto (*) (kg)	Forza media necessaria per il distacco libero del giunto (*) (kg)
18	11.750	3.400
25	15.000	3.150

(*) valori medi su 2 provini

Tabella 2

RISULTANZE DELLE PROVE UFFICIALI DI COMPORTAMENTO ELETTRICO				
\emptyset Nomin. (mm)	Corrente di prova (A)	Resistenza elettrica sul tronco d'asta senza giunto (*) (m Ω)	Resistenza elettrica sul tratto di ugual lunghezza comprendente il giunto (**) (m Ω)	Resistenza di contatto del giunto (***) (m Ω)
15	50	1,66	1,78	0,12
	100	1,77	1,86	0,09
18	50	0,97	1,06	0,09
	100	1,00	1,09	0,09

(*) valori medi su due tronchi di 2 provini (**) valori medi in due provini (***) differenza tra i valori (**) e i valori (*)

DISPERSORE DI PROFONDITÀ NUOVA COPPERCOAT E ACCESSORI

Dispensore a picchetto "Nuova Coppercoat"

A norme CEI 11-1; 64-8; 81-10.

In **acciaio totalmente ramato galvanicamente**, preventivamente **nichelato**.

Prolungabile ad innesto conico; adatto per profonde infissioni.

Lunghezza m 1,5.

Spessore rame 100 - 250 microns ca.

A richiesta: 300 microns.



	Codice	Ø mm	Sezione mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Spessore 100 µm	3020051	18	255	3,000	5
	3020052	20	314	3,700	5
	3020053	25	491	5,800	1
Spessore 250 µm	3020151	18	255	3,000	5
	3020152	20	314	3,700	5
	3020153	25	491	5,800	1

Morsetto semplice

In **ottone**; bullone M 10 x 20 mm.

Per il collegamento di tondi, corde, funi.

Applicazioni a Norme CEI 64-8 / CEI 11-1.



Codice	Per Ø mm	Per corde Ø mm	Fino a mm ²	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110042	18 ÷ 20	8	50	0,070	20

Morsetto passante

Corpo e bulloneria M 10 x 30 mm.

Sezione 30 x 4 mm.

Per il collegamento passante tra i dispersori a picchetto tramite i conduttori tondi, corde, funi, fino a Ø 10 mm o conduttori piatti fino a 40 mm. Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.

* In **rame**.

** In **acciaio ramato**.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
* 3110105	8÷10/16/18		20
** 3110101	18	0,354	10
* 3110106	8÷10/20		20
** 3110102	20	0,355	10
** 3110103	25	0,364	10
* 3110107	16/60		20
* 3110108	20/60		20



Morsetto a collare

Corpo e bulloneria in **acciaio ramato**.

Sezione: 40 x 3 mm; bulloneria M 8 x 25 mm; foro per la connessione Ø 10 mm.

Per il collegamento di tondi, corde, funi.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



Codice	Per Ø mm	Ø	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110181	15 ÷ 18	3 / 8"	0,210	10
3110182	20	1 / 2"	0,239	10
3110183	25	3 / 4"	0,240	10

Punta di infissione

In **acciaio temprato**.

Con innesto conico «maschio».



Codice	Ø esterno mm	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110401	18	18	0,022	20
3110402	20	20	0,025	20
3110403	25	25	0,049	20

Battipalo

In **acciaio Aq 34, zincato**.

Per la protezione delle estremità a «maschio» del dispersore, durante le operazioni di infissione.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110351	18	0,330	1
3110352	20	0,330	1
3110353	25	0,280	1



Zincoat

Dispensori **prolungabili in acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione** (a norme CEI 7-6), lunghi 1,5 m (a richiesta 1 m) con estremità coniche calibrate a maschio/femmina ad innesto rapido, che garantiscono un'ottima conduttività elettrica e bassissimi valori di resistenza elettrica. Adatti per profonde infissioni e per terreni duri.

Dispensori rispondenti alle norme CEI: 11-1; 64-8; 81-10.

Vantaggi

- GIUNTO AD INNESTO RAPIDO: non vi sono elementi sciolti per la congiunzione; in cantiere si va solo con i dispersori e gli attrezzi per l'infissione.
- RAPIDITA' DI COLLEGAMENTO: non occorre nessun accorgimento particolare durante le operazioni di infissione; appena interrato un elemento, si innesta il seguente e si riprende a martellare.
- FACILITA' D'INFISSIONE: gli elementi da 1 m (forniti solo su richiesta) facilitano, grazie alla loro ridotta lunghezza, il lavoro dell'operatore evitandogli di ricorrere a trespoli, cavalletti o pedane, non sempre facilmente reperibili e sicuri; l'operatore lavora a livello del terreno!
- ESTREMA ADERENZA TERRENO-DISPENSORE: l'assenza di manicotti di giunzione impedisce che durante l'infissione si crei nel terreno, specie se questo è argilloso, un foro di penetrazione di Ø maggiore rispetto al Ø del dispersore.
- RESISTENZA MECCANICA: i dispersori ZINCOAT resistono alle sollecitazioni di trazione e torsione dovute ad assestamento del terreno e a movimenti di terra in superficie.
- RESISTENZA ALLA CORROSIONE: sia la «Punta» che la «Testa» sono zincate, poiché l'immersione in zinco fuso dei dispersori avviene dopo le operazioni di tornitura. In ogni caso poiché l'innesto è perfettamente calibrato, l'adesione delle pareti della «Testa» e della «Punta» garantisce un'assoluta tenuta stagna con esclusione quindi di azioni corrosive all'interno della giunzione.

Resistenza di contatto nei giunti e comportamento meccanico

Circa il comportamento meccanico, provini della lunghezza di 10 cm – ricavati dalle testate finite dei due tipici diametri-base di 18 e di 25 mm – sono stati sottoposti:

- per la congiunzione, a compressione fino alla «chiusura completa» (ossia fino al raggiunto contatto delle due teste d'estremità);
- per la disgiunzione, a trazione fino al «distacco libero» con forza progressivamente crescente nella misura di 100 kg/s.

I risultati sono riportati nella Tabella 1.

Circa il comportamento elettrico, analoghi provini ricavati da spezzoni di elementi congiunti mediante la caduta di una massa battente di 3 kg da un'altezza di 1,5 m, per 10 volte, sono stati sottoposti a una corrente alternata (a 50 Hz) prima di 50 e poi di 100 A, in ambiente a 20° C di temperatura e al 60% di umidità. I risultati – in termini di resistenza media di contatto per ciascun giunto, valutata per differenza tra la resistenza elettrica di tronchi d'asta comprendenti un giunto e di tronchi d'asta continui, della medesima lunghezza di 50 cm – sono riportati nella Tabella 2.

Per l'una e per l'altra serie di prove, le cifre appaiono estremamente probanti.

Sempre fra elementi in serie del dispersore componibile in oggetto, la loro giunzione a innesto è stata altresì provata in condizioni «elettrodinamiche» ed «elettrotermiche».

Al proposito si è rilevato che tutti i provini in coppia giuntata, sottoposti a C.A. di 3000 A efficaci per 5 s (ossia a una corrente simulante guasto a terra di entità assai rilevante, per un tempo pari alla massima tra le «brevi durate» ovunque assumibili), non hanno presentato la minima alterazione di nessun genere.

Tabella 1

RISULTANZE DELLE PROVE UFFICIALI DI COMPORTAMENTO MECCANICO		
Ø Nomin. (mm)	Forza necessaria per la chiusura completa del giunto (*) (kg)	Forza media necessaria per il distacco libero del giunto (*) (kg)
18	11.750	3.400
25	15.000	3.150

(*) valori medi su 2 provini

Tabella 2

RISULTANZE DELLE PROVE UFFICIALI DI COMPORTAMENTO ELETTRICO				
Ø Nomin. (mm)	Corrente di prova (A)	Resistenza elettrica sul tronco d'asta senza giunto (*) (mΩ)	Resistenza elettrica sul tratto di uguale lunghezza comprendente il giunto (**)	Resistenza di contatto del giunto (***) (mΩ)
15	50	1,66	1,78	0,12
	100	1,77	1,86	0,09
18	50	0,97	1,06	0,09
	100	1,00	1,09	0,09

(*) valori medi su due tronchi di 2 provini (**) valori medi in due provini (***) differenza tra i valori (**) e i valori (*)

DISPERSORE DI PROFONDITÀ ZINCOAT E ACCESSORI

Dispensore a picchetto "Zincoat"

A norme CEI 11-1; 64-8; 81-10.

Esecuzione **zincata a caldo per immersione dopo lavorazione.**

Prolungabile ad innesto conico;
adatto per profonde infissioni.

Lunghezza m 1,5.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



Codice	Ø mm	Sezione mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3030002	20	314	3,700	1
3030003	25	491	5,700	1



Morsetto passante

Corpo in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.**

Sezione 30 x 4 mm; bulloneria M10 x 30 mm.

Per il collegamento passante tra i dispersori a picchetto tramite tondi, corde, funi fino a Ø 10 mm o piatti fino a 40 mm.

Superficie di contatto per tondi 510 mm², per piatti 750 mm².



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110141	20	0,340	10
3110142	25	0,340	10



Morsetto a collare

Corpo in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.**

Sezione 40 x 3 mm; bulloneria M8 x 25 mm; foro per connessione Ø 10 mm.

Per il collegamento di piatti, tondi, corde, funi.



Codice	Per Ø mm	Ø	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110202	20	1 / 2"	0,219	10
3110203	25	3 / 4"	0,239	10



Morsetto a piastra

Corpo in **acciaio zincato a caldo dopo lavorazione.**

Sezione 70 x 5 mm; bulloneria M 12 con rondella.

Per il collegamento di piatti, tondi, corde, funi.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110221	25	0,790	1



Punta di infissione

In **acciaio temprato.**

Con innesto conico «maschio».



Codice	Ø esterno mm	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110402	20	20	0,025	20
3110403	25	25	0,049	20

Battipalo

In **acciaio Aq 34, zincato.**

Per la protezione delle estremità a «maschio» del dispersore, durante le operazioni di infissione.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110352	20	0,330	1
3110353	25	0,280	1

DISPERSORE DI PROFONDITÀ IN ACCIAIO INOX AISI 316 E ACCESSORI

Dispensore di profondità

In acciaio Inox AISI 316.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.

Lunghezza m 1,5.



Codice	Ø mm	Sezione mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3030004	20			1



Inserto filettato per giunzioni

In acciaio Inox AISI 316.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3030005	20		1



Morsetto passante

In rame.

Per tondo/piatto.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.

In rame.

* Per tondi/piatti Ø 16/60 mm.

** Per tondi/piatti Ø 20/60 mm.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110105	8÷10/16		20
3110106	8÷10/20		20
* 3110107	16/60		20
** 3110108	20/60		20



Punta di infissione

In Inox AISI 316.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3030006	20		1

Bullone per battipalo

In acciaio Inox.

Per la protezione delle estremità a «femmina» del dispersore, durante le operazioni di infissione.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3030007	20		1

DISPERSORE DI PROFONDITÀ IN PROFILATO E ACCESSORI

Dispensore a croce

A norme CEI 11-1; 64-8; 81-10.

Profilato omogeneo, in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.**

Sezione 50 x 50 x 5 mm, con bandiera a 3 fori Ø 11 mm, per allacciamento di corde, tondi, piatti, corde, funi.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



	Codice	Lunghezza ca m	kg./Pz.	Conf. Pz.
Spessore 5 mm	3010001	1	3,600	1
	3010002	1,5	5,400	1
	3010003	2	7,200	1
	3010004	2,5	9,000	1
	3010005	3	11,000	1
Spessore 3 mm	3010051	1	2,700	1
	3010052	1,5	4,000	1
	3010053	2	5,400	1
	3010054	2,5	6,500	1



Dispensore a "T"

A norme CEI 64-8; 81-10.

Profilato omogeneo, in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.**

50 x 50 x 7 mm, con due fori Ø 13,5 mm, per il collegamento di tondi, piatti, corde, funi.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



	Codice	Lunghezza ca m	kg./Pz.	Conf. Pz.
	3010101	1,6	8,000	1



Morsetto terminale a contatto

Morsetti terminali per la connessione con i conduttori di terra in **zamak**.

Applicazioni a Norme CEI 64-8 / CEI 11-1.



	Codice	Tipo	Per conduttori Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
	3110251	Semplice	8 ÷ 10	0,070	20
	3110252	Doppio	8 ÷ 10	0,140	25

Morsetto terminale a contatto

In **zamak** e in **lega di rame**.

Morsetti per tondo Ø 8 ÷ 10.

Applicazioni: fissaggio per collari, picchetti, morsetti di equipotenzialità.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



	Codice	Tipo	Per conduttori Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Zamak	3110261	Semplice	8		25
	3110262	Semplice	10		25
Lega di Rame	3110263	Semplice	8 ÷ 50 mm ²		10
Zamak	3110266	Doppio	8		25
	3110267	Doppio	10		25
Lega di Rame	3110268	Doppio	8 ÷ 50 mm ²		10



Morsetto passante

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.** Sezione 40 x 3 mm.

Completo di 2 viti con quadro sottotesta e 2 dadi M10.

Per il collegamento passante tra i dispersori in profilato tramite tondi, corde, funi fino a Ø 10 mm, e conduttori piatti fino a 40 mm.



	Codice	Lunghezza ca mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
	3110161	140	0,270	5

DISPERSORE DI PROFONDITÀ TUBOLARE E ACCESSORI

Dispensore tubolare "Edison"

A norme CEI 11-1; 64-8; 81-10.

Tubolare in **acciaio al carbonio semiduro** con R=37/45, spessore 5 mm ca, **zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.**

Elementi di lunghezza m 1,5 ca. prolungabili per qualsiasi profondità grazie alle filettature calibrate a maschio e femmina, che escludono quindi il manicotto di giunzione e alle punte robustissime lavorate al maglio.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.

Tutti i tratti di tubo, presentano fori distribuiti lungo la superficie, in modo da favorire l'entrata dell'acqua nell'interno e ottenere così anche un contatto migliore.



Codice	Tipo	Ø esterno mm	Ø esterno pollici gas	kg./Pz.	Conf. Pz.
3040001	Punta	48,3	1.1/2"	8,000	1
3040002	Prolunga	48,3	1.1/2"	8,000	1



Morsetto a collare

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.**

Sezione 40 x 3 mm; bulloneria M 8 x 25 mm **zincata**, foro per connessione Ø 10 mm.

Per il collegamento di piatti, tondi, corde, funi.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110206	1.1/2"	0,250	10



Cappello verticale

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.**

Filettato internamente.

Con piastra a 4 fori Ø 18 mm, per il collegamento di piatti, tondi, corde, funi.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110451	1.1/4"	1,140	1

Battipalo

In **acciaio**, filettato internamente, per l'infissione del dispersore.



Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110453	1.1/4"	1,120	1

DISPERSORI A PIASTRA, PIATTI, TONDI, A FUNE

Dispensore a piastra

In acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione, sp. 3 mm e piatto di collegamento 30 x 3 mm saldata alla piastra. La zincatura viene eseguita dopo la saldatura del piatto.



Codice	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3050001	500 x 500 x 3	8,000	1



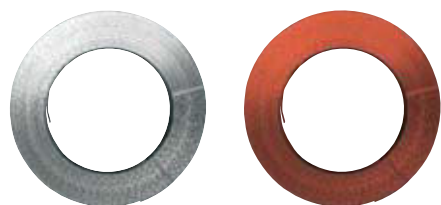
Conduttore piatto

In acciaio dolce zincato a caldo per immersione e trascinamento dopo lavorazione.

In acciaio dolce galvanicamente ricoperto di rame spessore 70 µm.

Altre misure a richiesta.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-2.



	Codice	Dimensioni mm	Sezione mm ²	Lunghezza ca m	kg./m	Conf. Pz.
Acciaio zincato	3120001	20 x 3	60	77	0,480	1
	3120012	25 x 3	75	77	0,620	1
	3120022	30 x 3	90	77	0,740	1
	3120023	30 x 3,5	105	77	0,850	1
	3120031	40 x 3	120	77	1,000	1
	3120032	40 x 4	160	77	1,300	1
Acciaio ramato	3120045	25 x 3	75	40	0,620	1
	3120046	25 x 4	100	30	0,820	1

Conduttore tondo

- In acciaio zincato a caldo per immersione e trascinamento dopo lavorazione.

- In rame elettrolitico.

- In bimetallo acciaio/rame e alluminio/rame.

In rotoli o barre lineari da 4 m.

Avvolgimento dei rotoli:

- Ø int. 650 mm.

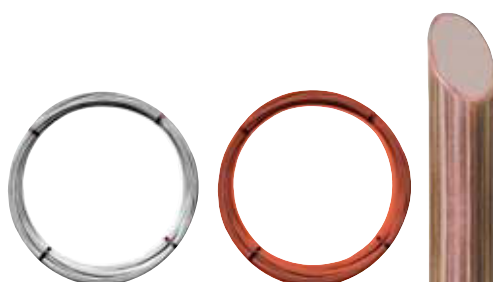
- Ø int. 800 mm per i bimetalli.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-2.
CEI EN 62561-2

* Bi-Grounding: Per Impianti di Messa a Terra ed Impianti di Parafulmini.

** Bi-Lightning: Per Impianti di Parafulmini.

	Codice	Ø mm	Sezione mm ²	Spessore Rame µm	Lunghezza ca m	kg./m	Conf. Pz.
Acciaio	3130001	8	50		100	0,400	1
	3130011	10	78		75	0,600	1
	3130021	8	50		4	0,400	1
	3130031	10	78		4	0,600	1
Rame	3130041	8	50		100	0,450	1
Bimetallo	* 3230101	10	78	150	25	0,560	1
Acciaio/ Rame	* 3230102	10	78	150	50	0,560	1
	* 3230103	10	78	150	100	0,560	1
	* 3230111	10	78	380	25	0,560	1
	* 3230112	10	78	380	50	0,560	1
	* 3230113	10	78	380	100	0,560	1
	** 3230121	8	50	300	25	0,400	1
	** 3230122	8	50	300	50	0,400	1
	** 3230123	8	50	300	100	0,400	1
Bimetallo	** 3230201	8	50	280	25	0,180	1
Alluminio/ Rame	** 3230202	8	50	280	50	0,180	1
	** 3230203	8	50	280	100	0,180	1



FUNI METALLICHE E ACCESSORI

Conduttore a fune per captatori

In acciaio zincato a caldo per immersione e trascinamento dopo lavorazione (CEI 7-6).

Le funi sono di tipo spiroidale, a 19 fili (12 + 6 + 1).

Resistenza unitaria fili 120 kg/mm².

In matasse da 100 m.



Codice	Ø fune mm	Ø fili mm	Sezione mm ²	Carico di rottura kg.	kg./m	Conf. Pz.
5070006	10	2,0	60,00	6.500	0,500	1
5070007	11	2,2	72,20	7.900	0,600	1

Fune metallica per posa con tesata e supporto

In acciaio zincato a caldo per immersione e trascinamento dopo lavorazione.

Le funi sono di tipo spiroidale, a 19 fili (12 + 6 + 1).

Resistenza unitaria fili: 60 kg/mm².

In matasse da 100 m.



Codice	Ø fune mm	Ø fili mm	Sezione mm ²	Carico di rottura kg.	kg./Pz.	Conf. Pz.
5070001	4	0,8	19,55	525	0,080	1
5070002	5	1	14,90	820	0,120	1
5070003	6	1,2	21,50	1.150	0,170	1
5070004	8	1,6	38,20	2.100	0,310	1

Morsetto serrafune

In acciaio zincato galvanicamente.



Codice	Per funi Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
5070051	5	0,020	100
5070052	6	0,030	100
5070053	8	0,040	50
5070054	10	0,070	50
5070055	11	0,080	50
5070056	12	0,130	50

Redance

In acciaio zincato galvanicamente.



Codice	Per funi Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
5070102	4	0,002	50
5070103	6	0,006	50
5070104	8	0,010	50
5070105	10	0,018	50

Tenditore

In acciaio zincato galvanicamente.



Codice	Filetto	SWL kg.	Ø occhio mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
5070151	M 5	140	8	0,040	50
5070152	M 6	225	10	0,060	50
5070153	M 8	410	11	0,120	25
5070154	M 10	650	14	0,200	20
5070155	M 11	790	15	0,300	10
5070156	M 12	930	17	0,360	10

ACCESSORI

Pozzetto d'ispezione

In **polipropilene PP**. La sua modularità sviluppata in altezza, permette di coprire qualsiasi profondità. La chiusura superiore avviene con chiusino carrabile per autovetture (escluso piani stradali). Con impronte sui quattro lati per innesto di tubi per il passaggio di cavi. Con fondo chiuso sfondabile. Per dispersori di messa a terra; per passaggio/incrocio di cavi.



Codice	Articolo	H mm	Dimensioni kg.	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111901	Pozzetto	200	200x200	1,200	1
3111902	Pozzetto	300	300x300	2,225	1
3111903	Pozzetto	400	400x400	3,075	1
3111921	Chiusino	-	200x200	0,400	1
3111922	Chiusino	-	300x300	1,000	1
3111923	Chiusino	-	400x400	2,600	1

Morsetto di sezionamento

A Norme CEI 11-1; 64-8.

Supporto in **nylon rinforzato con fibra di vetro** e piastra per attacco a muro 150 x 45 mm in **acciaio zincato e passivato**. Barra di sezionamento 20 x 2,5 mm in **rame**, per conduttori tondi o corde Ø 6-10 mm.

Consente il sezionamento dei conduttori di terra dal dispersore, per misurare la resistenza di terra.



Codice	Tipo	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110941	con piastra	0,200	10
3110942	senza piastra	0,120	12

Soluzione salina "GELOSAL"

Composto chimico a formulazione calibrata, formato da vari elementi in grado di produrre, per reazione, filamenti di gelo stabile a composizione irreversibile, altamente igroscopici.

È sommamente importante che i filamenti di gelo siano a stretto contatto con il dispersore metallico.

Ogni confezione serve per una sola infissione fino a 4-6 m di profondità, o due infissioni fino a 2-3 m di profondità, o per un tratto di 5-6 m di dispersore orizzontale/lineare.

Le istruzioni per l'uso sono reperibili all'interno di ogni confezione.

Caratteristiche ed efficacia del "GELOSAL".

In termini chimico-fisici, la nuova originale formula di questo prodotto ne garantisce facile e sicura applicazione, nonché completa e persistente innocuità: per le persone (**nessuna tossicità**), per il dispersore (**nessuna corrosività**), per l'ambiente (**nessun inquinamento**).

In termini elettrico-impiantistici, la ρ del volume di terreno trattato con "GELOSAL" (seguendo le istruzioni d'uso annesse ad ogni sua confezione) diminuisce dopo poche ore finanche a 1/3 del valore naturale/locale; e non vi risale se non dopo mesi o, in condizioni di clima e di sottosuolo favorevoli, addirittura anni.

Sistematici ritrattamenti consentiranno di contenere in modo permanentemente e decisamente accettabile la RT interessata.



Codice	Per confezione kg.	Conf. Pz.
3110951	6,5	1

Nastro anticorrosivo

In **PVC** per giunzioni interraste.

Dimensioni: Larghezza 50 mm per Lunghezza 30,5 m.



Codice	Dimensioni mm	Conf. Pz.
3170000	50 x 30,5	1

ASTE DI CAPTAZIONE E ACCESSORI

Asta di captazione / adduzione

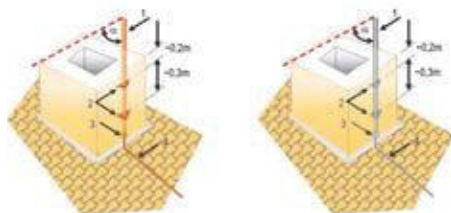
In acciaio zincato a caldo Fe/Zn.

In rame elettrolitico Cu.

Lunghezza m 1,5.

Per organi di captazione (norme CEI 81-10).

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



	Codice	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Acciaio	3020255	16		1
Rame	3020256	16		1

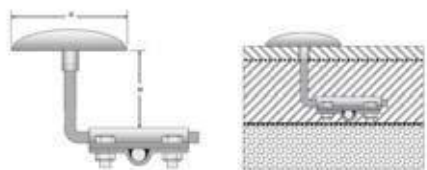
Fungo di captazione per tetti piani calpestabili e carrabili

In lega di rame.

Utilizzabile come captazione per tetti piani e calpestabili dal pubblico e carrabili.

Completo di morsetto a croce.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



Codice	D mm	H mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3020260	70	50 - 60		1

Supporto di fissaggio per aste di captazione / adduzione

In acciaio zincato a caldo.

In rame.

Per il fissaggio di aste di captazione / adduzione Ø 16 mm.

Completi di distanziale metallico con vite autofilettante per tasselli Ø 8.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



	Codice	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Acciaio	3111081	16		50
Rame	3111082	16		50



Morsetto terminale a contatto

In zamak e in lega di rame.

Morsetti per tondo Ø 8 ÷ 10.

Applicazioni: fissaggio per collari, picchetti, morsetti di equipotenzialità.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



	Codice	Tipo	Per conduttori Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Zamak	3110261	Semplice	8		25
	3110262	Semplice	10		25
Legna di Rame	3110263	Semplice	8 ÷ 50 mm ²		10

MORSETTI DI DERIVAZIONE

Morsetto a croce per tondo

Tipo ZF: corpo in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Bulloneria M 8 x 25 mm.

Tipo leggero: 60 x 60 x 2,5 mm.

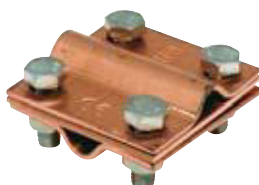
Tipo pesante: 60 x 60 x 4 mm.

Tipo Cu: corpo in **rame** e bulloneria M 8 x 25 mm in **acciaio Inox**.

Dimensioni 60 x 60 x 3 mm.

Adatto per collegamenti di tondi Ø 8-10 mm, funi e corde fino a sez. 78 mm².

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Tipo	Piastra intermedia	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110501	ZF / Leggero	senza	0,210	10
3110502	ZF / Leggero	con	0,270	10
3110503	ZF / Pesante	senza	0,300	10
3110504	ZF / Pesante	con	0,360	10
3110521	Cu	senza	0,250	10
3110522	Cu	con	0,310	10



Morsetto a croce per piatto

Tipo ZF: corpo in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Bulloneria M 8 x 25 mm.

Dimensioni: 60 x 60 x 2,5 mm.

Tipo Cu: corpo in rame e bulloneria M 8 x 25 mm in **acciaio Inox**.

Dimensioni 60 x 60 x 3 mm.

Adatto per collegamenti di piatti fino a 30 mm.

Tipo ZF-CU 40/40: per connessione dei piatti 40 x 4 mm. Con piastra intermedia e viti M 8.

Dimensioni 70 x 7 mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.

Per piatti	Codice	Tipo	Piastra intermedia	kg./Pz.	Conf. Pz.
30 / 30	3110551	ZF / Leggero	con	0,270	10
30 / 30	3110552	ZF / Leggero	senza	0,210	10
30 / 30	3110671	Cu	senza	0,250	10
30 / 30	3110672	Cu	con	0,310	10
40 / 40	3110531	ZF 40 / 40	con		15
40 / 40	3110532	Cu 40 / 40	con		15



Morsetto a croce mista per tondo e piatto

Tipo ZF: corpo in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Bulloneria M 8 x 25 mm.

Tipo Cu: corpo in **rame** e bulloneria M 8 x 25 mm in **acciaio Inox**.

Adatto per collegamenti di tondi Ø 8 ÷ 10 mm, funi e corde fino a sez. 78 mm² con piatti fino a 30 mm.

Con piastra intermedia.

Dimensioni 60 x 60 x 2,5 mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Tipo	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110701	ZF	0,270	10
3110702	Cu	0,250	10



MORSETTI DI DERIVAZIONE

Giunzione mista

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione** e viti M 6 zincate.

Per la giunzione/derivazione di tondi, funi, corde con piatti, zincati.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Tondo Ø mm	Piatto max. mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110801	6,3	30	0,100	10
3110802	8 ÷ 10	30	0,100	10
3110803	12,5 ÷ 16	30	0,100	10



Giunzione universale

In **acciaio zincato a caldo**.

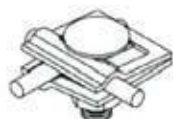
In **rame**.

Per applicazioni robuste con conduttori Ø 8 ÷ 10 mm, collegamenti di strutture metalliche.

Per l'applicazione si veda la figura.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.

	Codice	Tondo Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Acciaio	3110601	8 ÷ 10		25
Rame	3110611	8 ÷ 10		25
Alluminio	3110612	8 ÷ 10		
Bimetallico Al/Cu	3110613	8 ÷ 10		



Derivazione



Parallela



Derivazione a "T"

Morsetto per conduttori tondi

In **rame**.

In **acciaio Inox AISI 304**.

Utilizzato per connessioni alle superfici piane, collari, picchetti verticali, piastre modulari PT4.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



	Codice	Tondo Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Rame	3110616	6 ÷ 10		50
Inox	3110626	6 ÷ 10		50



SUPPORTI

Supporto per piatto

Corpo in **zamak zincata**, con piedino filettato H 30 mm.

Piastrina superiore in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Per piatti da 20 a 30 mm di larghezza.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Filetto	Piatti mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111001	M 6	20 - 30	0,080	50
3111011	M 8	20 - 30	0,070	50



Supporto per piatto

Corpo in **zamak ramata**, con piedino filettato H 30 mm.

Piastrina superiore in **rame**; viti in **acciaio Inox**.

Per piatti da 20 a 30 mm di larghezza.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Filetto	Piatti mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111021	M 6	20 - 30	0,070	50
3111031	M 8	20 - 30	0,070	50



Supporto per tondo

Corpo in **zamak zincata**, con piedino filettato H 30 mm.

Piastrina superiore in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Per tondi $\varnothing 8 \div 10$ mm, per funi,

corde $\varnothing 6,3 - 16$ mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Filetto	Tondi / Funi / Corde \varnothing mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111052	M 6	8 \div 10	0,080	50
3111053	M 6	12,5 \div 16	0,080	50
3111072	M 8	8 \div 10	0,070	50
3111073	M 8	12,5 \div 16	0,080	50



Supporto per tondo

Corpo in **zamak ramata**, con piedino filettato H 30 mm.

Piastrina superiore in **rame**; viti in **acciaio Inox**.

Per tondi $\varnothing 8 - 10$ mm, per funi,

corde $\varnothing 6,3 - 16$ mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Filetto	Tondi / Funi / Corde \varnothing mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111101	M 6	8 \div 10	0,080	50
3111111	M 8	8 \div 10	0,080	50



SUPPORTI

Supporto per tondo

Adatti per il fissaggio di conduttori Ø 8 mm su pareti di mattone o cemento. Il fissaggio è a scatto senza l'uso di utensili. Costituito in **poliammide** resistente ai raggi UV.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Filetto	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111200	M 6	8		25
3111210	M 8	8		25



Supporto per tondo

Per il fissaggio di conduttori tondi da diametro 8 ÷ 10 mm con tenuta stagna su tegole o tetti ondulati.

Corpo in **poliammide**.

Fissaggio in **acciaio zincato**.

Tassello in **PVC** compreso altezza 35 mm.

Fori di fissaggio sono Ø 12 mm o 16 mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111205	8 ÷ 10		25



Supporto per tondo

Per il fissaggio di conduttori tondi da diametro 8 ÷ 10 mm con tenuta stagna su tegole o tetti ondulati.

Corpo in **poliammide**.

Fissaggio in **rame**.

Tassello in **PVC** compreso altezza 35 mm.

Fori di fissaggio sono Ø 12 mm o 16 mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111206	8 ÷ 10		25



SUPPORTI

Supporto con tassello in ferro per tondo e piatto

Corpo in **zamak zincata**.

Piastrina in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Completo di sistema di fissaggio costituito da un tassello in **ferro** Ø 9 x 45 mm.

Perno filettato M 6 x 20 mm.

Ruotando il supporto si ottiene l'espansione del tassello.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Supporto	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111141	Per tondo	8 ÷ 10	0,100	50
3111151	Per piatto	20 - 30	0,090	50



Supporto con tassello in ferro per tondo e piatto

Corpo in **zamak ramata**; piastrina in **rame**; viti in acciaio **Inox**.

Completo di sistema di fissaggio costituito da un tassello in **ferro** Ø 9 x 45 mm.

Perno filettato M 6 x 20 mm.

Ruotando il supporto si ottiene l'espansione del tassello.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



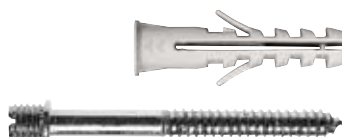
Codice	Supporto	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111161	Per tondo	8 ÷ 10	0,100	50
3111171	Per piatto	20 - 30	0,090	50



Tassello per supporto

In **nylon**.

Il fissaggio del supporto si può realizzare anche mediante un tassello completo di prigioniero a doppia vite da assemblare al supporto per tondo o piatto (da ordinare a parte).



Codice	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
11655	M 6 x 30	0,002	200
11679	M 8 x 60	0,118	100

SUPPORTI PER TETTI PIANI ED ONDULATI, PER COPPI E TEGOLE

Piastra di fissaggio per tetti piani

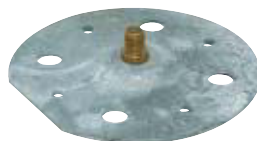
In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**; con perno in **ottone filettato 8 M**.

Si completa con i supporti per piatto e tondo e al caso, con i distanziatori.

Fori di fissaggio:

n. 4 x Ø 10 mm.

n. 4 x Ø 4,5 mm.



Codice	Base Ø mm	Tipo	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111251	100	M 8	0,120	10

Supporto con piastra per tetti piani

Corpo in **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Altezza 100 mm, come richiesto dalle Norme CEI 81-1, Cap. II, Sez. 1.

Ancoraggio per piatti fino a 30 mm o tondi Ø 8-10 mm (altri diametri a richiesta).

Fori di fissaggio:

n. 4 x Ø 10 mm.

n. 4 x Ø 4,5 mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Base Ø mm	Supporto	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111261	100	Per tondo	0,250	25
3111271	100	Per piatto	0,240	25



Supporto piatto per tegole

In **acciaio zincato galvanicamente a spessore**, con perno in **ottone filettato M 8**.

Fori di fissaggio Ø 5 mm.

Si completa con i supporti per piatti o tondi e al caso con i distanziatori. Grazie al perno filettato, i supporti si possono orientare secondo necessità.



Codice	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111281	265 x 23 x 1,5	0,940	20

Supporto angolato per tegole

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**; con perno in **ottone filettato M8**.

Fori di fissaggio Ø 5 mm.

Si completa con i supporti per piatti o tondi e al caso, con i distanziatori. Grazie al perno filettato, i supporti si possono orientare secondo necessità.



Codice	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111282	420 x 20 x 3	0,250	40

Supporto angolato per tegole

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Fori di fissaggio Ø 5 mm.

Ancoraggio per piatti fino a 30 mm o tondi Ø 8 ÷ 10 mm (altri Ø a richiesta).



Codice	Dimensioni mm	Per	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111301	420 x 20 x 3	Tondi	0,360	20
3111311	420 x 20 x 3	Piatti	0,350	20

SUPPORTI PER TETTI PIANI ED ONDULATI, PER COPPI E TEGOLE

Supporto per coppi e colmi

Per coppi di copertura o per i colmi dei tetti. In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**, con 4 perni in **ottone filettato M 8**. Larghezza regolabile.

Si completa con i supporti per piatti o tondi e al caso, con i distanziatori. Grazie al perno filettato, i supporti si possono orientare secondo necessità.

* Versione **Inox** con supporto in **poliammide** per tondo Ø 8 mm.



Codice	Tipo	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111321	Coppo Canale	0,130	25
3111322	Coppo Romano	0,150	25
* 3111324	Coppo e Colmo	0,150	25

Supporto per tetti ondulati

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**, con perno in **ottone filettato M8**.

Si completa con i supporti per piatti o tondi e, al caso, con i distanziatori. Grazie al perno filettato i supporti si possono orientare secondo necessità.



Codice	Dimensioni mm	Asola sp. mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111323	62 x 30 x 3	9	0,020	20

Supporto angolato per tetti ondulati

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Ancoraggio per piatti fino a 30 mm o tondi Ø 8 ÷ 10 mm (altri Ø a richiesta).

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Lungh. mm	Altezza mm	Per	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111341	70	65	Tondi	0,100	20
3111351	70	65	Piatti	0,090	20

Supporto tondo per tetti ondulati

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Ancoraggio per piatti fino a 30 mm o tondi Ø 8 ÷ 10 mm (altri Ø a richiesta).

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Lungh. mm	Altezza mm	Per	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111361	120	50	Tondi	0,090	20
3111371	120	50	Piatti	0,090	20

Supporto per gronde

Supporto a morsetto per gronde.

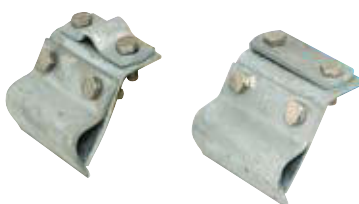
Si fissa sulla bordatura della gronda fungendo da passante per le calate e contemporaneamente da morsetto di contatto e di equipotenzialità.

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Ancoraggio per piatti fino a 30 mm

o tondi Ø 8 ÷ 10 mm (altri Ø a richiesta).

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



Codice	Lungh. mm	Per	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111381	60	Tondi	0,180	10
3111391	60	Piatti	0,180	10

Morsetto per gronde/profilo orientabile

In **acciaio zincato**.

In **rame**.

Per il fissaggio di conduttori Ø 8 ÷ 10 mm sulle gronde/profilo metallici con spessore massimo di 10 mm. Orientabile di 360°.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.



	Codice	Dimensioni mm	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Acciaio	3111392	40 x 10	8 ÷ 10		50
Rame	3111393	40 x 10	8 ÷ 10		50



SUPPORTI PER TETTI PIANI ED ONDULATI, PER COPPI E TEGOLE

Supporto in cemento per tetti piani

In **cemento vibrato**, resistente al gelo, con annegato un tassello M 8, che serve a collegare il supporto in cemento con i supporti per piatti o tondi, per mezzo del doppio nipples M 8.

In accordo con le Norme CEI 81-10, l'altezza del supporto in cemento con il supporto per conduttori è superiore a 100 mm.



Codice	Base mm	Altezza	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111402	190 x 160	73	1,600	10



Supporto in cemento rivestito per tetti piani

Corpo in **materiale plastico** completo di coperchio di base, resistente al gelo, riempito di cemento e vibrato. Per tondo Ø 8 ÷ 10 mm, con fissaggio a scatto.

Per piatto da 30 x 3 - 3,5 mm.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.

* piastrina in acciaio zincato per fissare il conduttore piatto ai supporti in cemento rivestito.

** piastrina in rame per fissare il conduttore piatto ai supporti in cemento rivestito.



Codice	Base mm	Altezza	Per Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111441	130	75	Tondo Ø 8	1,200	12
3111442	130	75	Tondo Ø 10	1,200	12
* 3111443	Piastrina in acciaio per piatto 30 mm			0,030	12
** 3111444	Piastrina in rame per piatto 30 mm			0,030	12



Giunto di dilatazione

In **acciaio zincato a caldo**.

In **rame elettrolitico**.

Viene installato ogni 20 m circa di conduttori rettilinei oppure nei punti di incrocio, per compensare le dilatazioni termiche. Adatto per conduttori di acciaio, alluminio, acciaio Inox nella versione cod. 3111400; conduttori di rame utilizzare la versione cod. 3111403.

Nei punti di incrocio completare con morsetti cod. 3110552 per l'acciaio e cod. 3110672 per il rame.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1-2.



	Codice	Lunghezza mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Acciaio	3111400	400		1
Rame	3111403	400		1



Supporto terminale per fissaggio su corpo metallico

In **acciaio zincato a caldo**.

In **rame elettrolitico**.

Per equipotenzialità delle superfici metalliche con morsetti da abbinare cod. 3110261/3110262 e cod. 3110263.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



	Codice	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Acciaio	3111405	8 ÷ 10		1
Rame	3111406	8 ÷ 10		1



MORSETTI DI DERIVAZIONE

Morsetto a croce con piastra

In acciaio 60 x 60 x 2,5 mm, **zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.**

Bulloneria M 8 x 25 mm. Per tetti piani.

Realizza contemporaneamente l'incrocio e l'ancoraggio di tondi fino a Ø 10 mm, funi e corde fino a sez. 78 mm², piatti fino a 30 mm, per mezzo della base piatta Ø 100 mm, provvista di 4 fori di fissaggio Ø 10 mm e n. 4 x Ø 4,5 mm. Altezza mm 100, come richiesto dalle norme CEI 81-10.

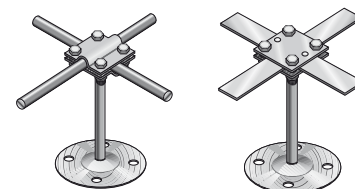
Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.

Piastra intermedia a richiesta.



Codice	Tondi / Funi / Corde Ø mm	Piatti	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110751	8 ÷ 10	-	0,400	25
3110752	-	20 - 30	0,370	25

Esempio di montaggio



Morsetto a croce con asta filettata

In acciaio 60 x 60 x 2,5 mm, **zincato a caldo per immersione dopo lavorazione.**

Bulloneria M 8 x 25 mm.

Realizza contemporaneamente l'incrocio e l'ancoraggio di tondi fino a Ø 10 mm, funi e corde fino a sez. 78 mm², piatti fino a 30 mm, per mezzo di un'asta filettata M 8 saldata alla piastra di base, con altezza utile di 3 cm.

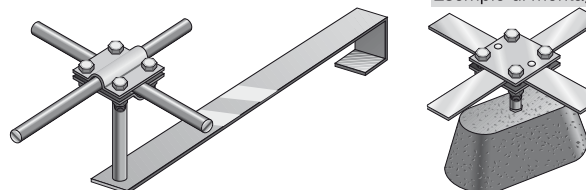
Provato secondo Norma: CEI EN 50164-4.

Piastra intermedia a richiesta.



Codice	Tondi / Funi / Corde Ø mm	Piatti	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110781	8 ÷ 10	-	0,220	10
3110782	-	20 - 30	0,200	10

Esempio di montaggio



Morsetto di sezionamento per tondo

In **lega di rame stagnato** (ottone).

In **zamak**.

In **bimetallico zamak e lega di rame stagnato** (ottone).

Installare a 1,5 - 2 m sopra il livello del suolo su ogni discesa. Utilizzati per misurare il dispersore di un LPS

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



	Codice	Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Zamak	3111407	8 ÷ 10		25
Bimetallico	3111408	8 ÷ 8		25
Ottone	3111409	8 - 50 mm ² - 50 mm ² - 8		25

MORSETTI DI DERIVAZIONE

Morsetto di sezionamento tondo-piatto

In **acciaio forgiato e zincato a caldo**.

In **rame forgiato**.

Per conduttori $\varnothing 8 \div 10$ mm e bandelle fino a 30×4 mm.

Installare per separare ogni conduttore di discesa per le misure del dispersore del LPS.

Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



	Codice	Ø Tondi / Piatti mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
Acciaio	3111410	8 ÷ 10 / 30		25
Rame	3111411	8 ÷ 10 / 30		25

Morsetto a pettine

In **ottone pressofuso**, viti e dadi in **acciaio tropicalizzato**.

Per tondi, corde, funi.

A norme CEI 11-1; 64-8.



	Codice	Ø mm	Sezione mm ²	kg./Pz.	Conf. Pz.
A 1 bullone	5060101	3 ÷ 5	7 ÷ 19	0,030	100
	5060102	6 ÷ 8	28 ÷ 50	0,060	50
	5060103	9 ÷ 12	64 ÷ 95	0,120	50
A 2 bulloni	5060151	3 ÷ 5	7 ÷ 19	0,040	50
	5060152	6 ÷ 8	28 ÷ 50	0,100	50
	5060153	9 ÷ 12	64 ÷ 95	0,170	25
	5060154	12 ÷ 14	113 ÷ 153	0,260	25
	5060155	14 ÷ 16	153 ÷ 200	0,430	20
	5060156	16 ÷ 18	200 ÷ 240	0,560	15
	5060157	18 ÷ 22	240 ÷ 275	0,670	1

Capicorda a morsetto

In **ottone nichelato**; con 2 bulloni.

A norme CEI 11-1; 64-8.



Codice	Conduttore		Foro di ancoraggio Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
	Ø mm	Sezione mm ²			
5060001	4,0	10	6	0,015	50
5060002	5,1	16	8,5	0,020	50
5060003	6,3	25	8,5	0,030	50
5060004	7,5	35	10,5	0,035	50

Capicorda a morsetto

In **ottone nichelato**; con 4 bulloni.

Per tondi, corde, funi.

A norme CEI 11-1; 64-8.



Codice	Conduttore		Foro di ancoraggio Ø mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
	Ø mm	Sezione mm ²			
5060051	9,5	50	10,5	0,080	50
5060052	11	75	12,5	0,100	50
5060053	13	100	13,5	0,120	25
5060054	14	120	13,5	0,170	10
5060056	16	170	16	0,230	25
5060057	17	200	17	0,280	25
5060058	18	250	17	0,350	25
5060059	21	300	19,8	0,540	15

MORSETTI DI DERIVAZIONE

Giunzione lineare

In **rame nichelato**, per tondi $\varnothing 8 \div 10$ mm.
Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	\varnothing mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110804	8 ÷ 10	0,180	10



Morsetto ad "U"

In **ottone**.
Per tondi, corde, funi.
A norme CEI 11-1; 64-8.



Codice	\varnothing mm	Sezione mm ²	kg./Pz.	Conf. Pz.
5060252	3 ÷ 6	16 ÷ 28	0,050	50
5060253	7 ÷ 8	28 ÷ 50	0,070	25
5060254	9 ÷ 12	50 ÷ 78	0,100	10

Morsetto a "T"

In **ottone cromato**.
Per tondi, corde, funi.
A norme CEI 11-1; 64-8.



Codice	\varnothing mm	Sezione mm ²	kg./Pz.	Conf. Pz.
5060303	7 ÷ 8	28 ÷ 50	0,110	25
5060304	9 ÷ 10	50 ÷ 78	0,160	10

Morsetto parallelo

In **ottone**.
Per tondi, corde, funi.
A norme CEI 11-1; 64-8.

* Ad esaurimento.



Codice	\varnothing mm	Sezione mm ²	kg./Pz.	Conf. Pz.
* 5060356	8	50	0,180	25
* 5060357	9	63	0,250	25
* 5060358	10	78	0,310	10
* 5060359	11	95	0,330	10

PIASTRE PER NODO PRINCIPALE

Piastra per collegamenti equipotenziali

Tipo BTM

In piatto di **acciaio Inox AISI 304** o **ZF zincata a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Dimensioni 280 x 40 x 5 mm.

- Fori d'ancoraggio: n. 2 Ø 13 mm con interasse dalle estremità di 17,5 mm e di 20 mm dai bordi.
- Fori di derivazione: n. 6 Ø 13 mm con interasse tra loro di 35 mm e 20 mm dai bordi.



BTM

Tipo BTH

In piatto di **acciaio Inox AISI 304** o **ZF zincata a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Dimensioni 280 x 50 x 5 mm.

- Fori d'ancoraggio: n. 2 Ø 13 mm con interasse dalle estremità di 17,5 mm e di 25 mm dai bordi.
- Fori di derivazione: n. 6 + 6 Ø 13 mm con interasse tra loro di 35 mm e posti su 2 file parallele poste a interasse di 13,5 mm dai bordi e 23 mm tra loro.



BTH

Codice	Tipo	Lungh. mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110851	BTM - INOX	280	0,410	1
3110852	BTH - INOX	280	0,500	1
3110871	BTM - ZF	280	0,430	1
3110872	BTH - ZF	280	0,500	1

Barretta forata filettata

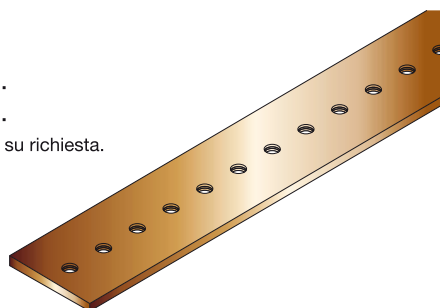
In **rame**.

Fori filettati M 6.

Interasse 20 mm (25 x 4 mm).

Interasse 25 mm (30 x 5 mm).

Nota: Dimensioni e sezioni diverse fornite su richiesta.



Codice	Dimensioni mm	Sezione mm ²	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110875	25 x 4 x 1000	100		1
3110876	30 x 5 x 1000	150		1

Squadretta d'ancoraggio

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione ZF**, spessore lamiera 3 mm.

Fori d'ancoraggio Ø 13 mm.



Codice	Tipo	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110893	ZF	40 x 75 x 50	0,100	1

Colonnine distanziali

Materiale - **massa poliestere con fibra di vetro**.

Inserti metallici femmina alle estremità.



Codice	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110880	27 x 30 x 50		1

PIASTRE PER NODO PRINCIPALE

Piastra per collegamenti equipotenziali

In **rame**, bulloni in **Inox** - Sezione 30 x 3 mm.
 Per conduttori: da n. 1 (35 ÷ 50 mm²).
 da n. 4 (fino a 35 mm²).



Codice	Lunghezza mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110912	200	0,240	1

Piastra equipotenziale per superfici piane

In **lega di rame**.
 Per connessione dei conduttori annegati nel calcestruzzo armato con conduttori esterni, quali captatori, nodi equipotenziali e discese.
 Collegamento M 10.
 Provato a Norma CEI EN 50164-1.

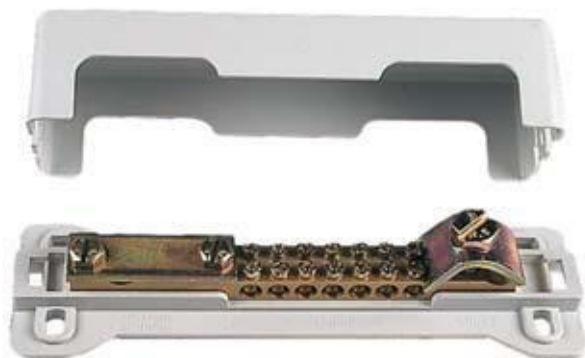


Codice	Classe	Dimensioni	Filettatura interna	Conf. Pz.
3110114	H-100 kA	60 x 80	M 10	10



Piastra equipotenziale con coperchio

Con coperchio in **PVC** antiurto.
 Morsettiera in **ottone nichelato**:
 n. 1 tondo Ø 8 ÷ 10 mm o sezione 50 mm².
 n. 7 conduttori multifilo 6 ÷ 25 mm².
 n. 1 piatto da 30 mm o conduttore da Ø 8 ÷ 10 mm.
 Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110913	170 x 50 x 50		1



ACCESSORI

Cartello indicatore

In alluminio.

* Ad esaurimento.



Codice	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110962	165 x 250	0,120	1
* 3110964	500 x 330	0,325	1

Distanziatore esagonale

In acciaio zincato galvanicamente.

Filettati internamente.

Per distanziatori M6, chiave 10.

Per distanziatori M8, chiave 13.



Codice	Tipo	Lungh. mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111481	M 6 x 20	20	0,009	100
3111482	M 6 x 25	25	0,010	100
3111483	M 6 x 30	30	0,015	100
3111484	M 6 x 40	40	0,019	100
2020351	M 6 x 50	50	0,020	100
3111491	M 8 x 20	20	0,010	100
3111492	M 8 x 30	30	0,019	100
3111493	M 8 x 40	40	0,020	100
2020352	M 8 x 50	50	0,030	50
2020353	M 10 x 50	50	0,040	50
2020354	M 12 x 50	50	0,062	50

Doppio Niples

In acciaio zincato galvanicamente.



Codice	Tipo	Lungh. mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111472	M 8 x 17	17	0,006	100

Asta filettata

In acciaio zincato galvanicamente



Codice	Tipo	Lungh. mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
2020301	M 6	1000	0,170	20
2020302	M 8	1000	0,310	20
2020303	M 10	1000	0,400	20
2020304	M 12	1000	0,700	10

ACCESSORI

Canalina in vetroresina

In **vetroresina pultrusa**.

Per la protezione dai contatti diretti con le calate dai parafulmini o protezione di cavi, su pareti o pali.

Lunghezza 3 m. Con asole per fissaggio su pali.



Codice	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111841	52 x 56	2,700	1
3111842	76 x 80	4,500	1

Cavallotto

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.

Per l'ancoraggio a parete della canalina in vetroresina.



Codice	Per canalina mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111861	52 x 56	0,100	1
3111862	76 x 80	0,114	1

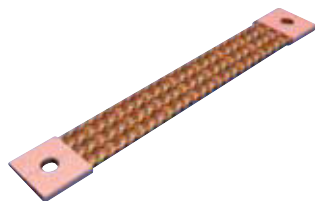
TRECCE DI MASSA

Treccia di massa in rame

Due fori Ø 9 mm.

A richiesta è possibile fornire trecce tubolari appiattite in bobine, in filo elementare Ø 0,2 mm e sezioni fino a 200 mm².

Dimensioni e sezioni diverse da quelle sopra indicate possono essere fornite su richiesta.



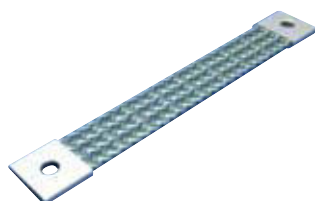
		Codice	kg./Pz.	Conf. Pz.
Sezione 10 mm ² .	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150063	0,020	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150064	0,028	10
Sezione 16 mm ² .	Interasse di fissaggio 100 mm.	3150071	0,020	10
	Interasse di fissaggio 150 mm.	3150072	0,029	10
	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150073	0,034	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150074	0,045	10
	Interasse di fissaggio 300 mm.	3150075	0,048	10
Sezione 25 mm ² .	Interasse di fissaggio 100 mm.	3150081	0,034	10
	Interasse di fissaggio 150 mm.	3150082	0,045	10
	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150083	0,050	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150084	0,062	10
	Interasse di fissaggio 300 mm.	3150085	0,075	10
Sezione 35 mm ² .	Interasse di fissaggio 100 mm.	3150091	0,040	10
	Interasse di fissaggio 150 mm.	3150092	0,060	10
	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150093	0,080	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150094	0,092	10
	Interasse di fissaggio 300 mm.	3150095	0,110	10
Sezione 50 mm ² . 2 fori Ø 11 mm.	Interasse di fissaggio 100 mm.	3150101	0,085	10
	Interasse di fissaggio 150 mm.	3150102	0,100	10
	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150103	0,130	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150104	0,151	10
	Interasse di fissaggio 300 mm.	3150105	0,175	10

Treccia di massa in rame stagnato

Due fori Ø 9 mm.

A richiesta è possibile fornire trecce tubolari appiattite in bobine, in filo elementare Ø 0,2 mm e sezioni fino a 200 mm².

Dimensioni e sezioni diverse da quelle sopra indicate possono essere fornite su richiesta.



		Codice	kg./Pz.	Conf. Pz.
Sezione 10 mm ² .	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150151	0,020	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150152	0,020	10
Sezione 16 mm ² .	Interasse di fissaggio 100 mm.	3150161	0,020	10
	Interasse di fissaggio 150 mm.	3150162	0,029	10
	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150163	0,039	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150164	0,041	10
	Interasse di fissaggio 300 mm.	3150165	0,050	10
Sezione 25 mm ² .	Interasse di fissaggio 100 mm.	3150171	0,034	10
	Interasse di fissaggio 150 mm.	3150172	0,045	10
	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150173	0,055	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150174	0,062	10
	Interasse di fissaggio 300 mm.	3150175	0,080	10
Sezione 35 mm ² .	Interasse di fissaggio 100 mm.	3150181	0,040	10
	Interasse di fissaggio 150 mm.	3150182	0,060	10
	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150183	0,075	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150184	0,092	10
	Interasse di fissaggio 300 mm.	3150185	0,110	10
Sezione 50 mm ² . 2 fori Ø 11 mm.	Interasse di fissaggio 100 mm.	3150196	0,085	10
	Interasse di fissaggio 150 mm.	3150197	0,100	10
	Interasse di fissaggio 200 mm.	3150198	0,130	10
	Interasse di fissaggio 250 mm.	3150199	0,170	10
	Interasse di fissaggio 300 mm.	3150200	0,176	10

FASCETTE

Fascetta

In **ottone**.
Nastro 18 x 0,4 mm.
Morsetto, vite esagonale M 6, dado
e rondella in **acciaio**.



Codice	Lungh. mm	Per tubi	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111701	230	3 / 8" - 2."	0,050	10
3111702	375	3 / 8" - 4."	0,060	10
3111703	550	3 / 8" - 6."	0,070	10

Fascetta

In **ottone**.
Nastro 6 x 0,4 mm.
Vite M5 in **ottone**.



Codice	Lungh. mm	Per tubi	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111741	215	da 3 / 8" - 2."	0,010	100

Fascetta

In **ottone nichelato**.
Nastro 23 x 0,4 mm.
Morsetto e viti **nichelati**.
Fissaggio minimo: 1 x 2,5 mm².
Fissaggio massimo: 2 x 16 mm².



Codice	Lungh. mm	Per tubi	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111742	235	3 / 8" - 1.1 / 2."	0,060	10
3111743	400	3 / 8" - 4."	0,060	10
3111744	530	3 / 8" - 6."	0,070	10

Fascetta

In **acciaio zincato galvanicamente**.
Nastro 18 x 0,5 mm.
Morsetto e viti **nichelati**.
Fissaggio minimo: 1 x 2,5 mm².
Fissaggio massimo: 2 x 16 mm².



Codice	Lungh. mm	Per tubi	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111771	230	2."	0,050	10
3111772	400	4."	0,060	10
3111773	550	6."	0,070	10

Fascetta per tubazioni metalliche regolabile

In **acciaio Inox AISI 304**.
Per collegamenti equipotenziali dei tubi
con conduttori Ø 8 ÷ 10 mm.
Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Ø tubi mm	Per tubi	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111775	24 - 62	3 / 4" - 2."	0,250	10
3111776	24 - 123	3 / 4" - 4."	0,300	10



Collari per tubazioni metalliche

In **rame nichelato**.
Per collegamenti equipotenziali dei tubi,
con conduttore per fili sezione 4 ÷ 16 mm².
Consigliato per applicazioni fuori terra.
Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Ø tubi mm	Per tubi	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111801	12 - 16	1 / 4"	0,050	50
3111802	17 - 18	3 / 8"	0,052	50
3111803	19 - 22	1 / 2"	0,060	50
3111804	24 - 28	3 / 4"	0,065	50
3111805	30 - 35	1"	0,070	50
3111806	39 - 43	1" 1 / 4"	0,080	50
3111807	44 - 49	1" 1 / 2"	0,105	25



FISSATUBI E GIUNZIONI

Fissatubo

In **zamak zincata**, per conduttori sino a \varnothing 6 mm (35 mm²).
Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Per tubi	kg./Pz.	Conf. Pz.
3111651	3 / 8"	0,060	10
3111652	1 / 2"	0,070	10
3111653	3 / 4"	0,080	10
3111654	1."	0,090	10
3111655	1.1 / 4"	0,100	10
3111656	1.1 / 2"	0,110	10
3111657	1.3 / 4"	0,120	10
3111658	2."	0,140	10

Staffa per tubi

In **acciaio zincato a caldo per immersione dopo lavorazione**.
Sezione 40 x 3 mm; bulloneria M 8 x 25;
foro per connessione \varnothing 10 mm.
Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Per tubi	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110201	3 / 8"	0,220	15
3110202	1 / 2"	0,220	10
3110203	3 / 4"	0,230	10
3110204	1."	0,250	10
3110205	1.1 / 4"	0,300	10
3110206	1.1 / 2"	0,300	10
3110207	2."	0,330	10

Nastro bimetallico CUPAL per connessioni CU/AL

In **alluminio / rame**.
Adatto per il collegamenti tra alluminio o acciaio con superfici di rame per evitare le corrosioni elettrolitiche.



Codice	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110878	500 x 50 x 0,5		
3110879	500 x 50 x 1		



Piastrina acciaio Inox

In **acciaio Inox**.
Con 2 fori \varnothing 14.
Adatto per il collegamenti tra alluminio o acciaio con superfici di rame per evitare le corrosioni elettrolitiche.
Da abbinare all'articolo 3111406.
Provato secondo Norma: CEI EN 50164-1.



Codice	Dimensioni mm	kg./Pz.	Conf. Pz.
3110877	52 x 28 x 2	0,016	100



Nastro anticorrosivo

In **PVC**.
Dimensioni: Larghezza 50 mm per
Lunghezza 30,5 m.



Codice	Dimensioni mm	Conf. Pz.
3170000	50 x 30,5	1