

FEBBRAIO 2023

GIUDECCA WIND S.R.L.



**WIND FARM GIUDECCA – IMPIANTO
EOLICO DA 72 MW**

**COMUNE DI MANDAS, GERGEI E VILLANOVAFRANCA
(SUD SARDEGNA)**

Località “Riu Mortoriu”

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R01

RELAZIONE TECNICA GENERALE

Mortoriana

Progettista

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

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Codice elaborato

2799_5298_GIUD_PD_R01_Rev0_RTG.docx



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2799_5298_GIUD_PD_R01_Rev0_RTG.docx	02/2023	Prima emissione	g.d.l.	ML	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Eleonora Lamanna	Coordinamento Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Carla Marcis	Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Alì Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Giancarlo Carboni	Geologo	Ord. Geologi Sardegna n. 497
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Marco Iannotti	Ingegnere Civile Idraulico	
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Lorenzo Griso	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	

Montana S.p.A.

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

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

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Andrea Mastio	Ingegnere per l'Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Pisedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto Ambientale e GIS Junior	

Montana S.p.A.

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

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

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1. PREMESSA	5
1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	6
2. INQUADRAMENTI DELL'AREA D'INTERVENTO	8
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	8
2.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO, PAESAGGISTICO E CATASTALE	10
2.2.1 Inquadramento urbanistico.....	10
2.2.2 Inquadramento paesaggistico e storico culturale.....	10
2.2.3 Inquadramento catastale	16
2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	19
2.3.1 Geologia locale.....	21
2.4 INQUADRAMENTO IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO	23
2.5 RICOGNIZIONE DEI SITI A POTENZIALE RISCHIO DI INQUINAMENTO	25
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	26
3.1 INTERVENTI IN PROGETTO.....	26
3.2 ACCESSIBILITÀ AL PARCO	27
3.3 VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE TORRI.....	28
3.4 PIAZZOLE DI MONTAGGIO.....	31
3.5 AREE DI CANTIERE TEMPORANEE	34
3.6 PLINTI DI FONDAZIONE.....	34
3.7 AEROGENERATORI	37
3.8 OPERE IDRAULICHE	39
3.9 CAVIDOTTI	39
3.10 SISTEMA DI CONNESSIONE	44
3.11 SOTTOSTAZIONE UTENTE	45
4. FASI ESECUTIVE	46
5. DISMISSIONI	47
5.1 DIMISSIONE OPERE DI CANTIERE.....	47
5.2 DISMISSIONE IMPIANTO	47
6. COSTI.....	49

ALLEGATO/APPENDICE

ALLEGATO 01 - SGRE ON SG 6.6-170 Site Roads and Hardstands



1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di 72 MW, che prevede l'installazione di n. 12 aerogeneratori da 6,0 MW, da installarsi nei territori comunali di Mandas, Gergei e Villanovafranca, nella Provincia del Sud Sardegna.

Si precisa che l'attribuzione dei Comuni alla Provincia del Sud Sardegna fa riferimento alla situazione amministrativa attuale (L.R. n. 2 del 4 febbraio 2016 - "Riordino del sistema delle autonomie locali della Sardegna").

Con la LR n.7 del 12 aprile 2021 la Regione Sardegna viene riorganizzata in 8 Province: Città Metropolitana di Sassari, Città Metropolitana di Cagliari, Nord-Est Sardegna, Ogliastra, Sulcis Iglesiente, Medio Campidano, Nuoro e Oristano, pertanto i Comuni interessati dalle opere ricadrebbero nella Provincia del Medio Campidano (Villanovafranca) e nella nuova Città Metropolitana di Cagliari (Mandas e Gergei). Tale legge è però stata impugnata dal governo italiano, che ha bloccato l'iter di attuazione in attesa del pronunciamento della Corte costituzionale e il 12 marzo 2022 la Consulta si è pronunciata a favore della Regione Autonoma della Sardegna, dando di fatto il via libera alla re-istituzione delle Province. Pertanto, allo stato attuale dovrebbero essere attive le nuove Province, che di fatto non lo sono in quanto sono in attesa dei pronunciamenti referendari dei residenti dei Comuni di confine e il rinvio al 2025 della data per "l'effettiva operatività di Città metropolitane e Province", con un'ulteriore coda di sei mesi, necessaria per l'auspicata elezione diretta dei Consigli comunali e metropolitani¹.

La Società Proponente è la Giudecca Wind 1 S.R.L., con sede legale in Via Friuli Venezia Giulia 75, 30030 Pianiga (VE).

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

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

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri - Selargius". Tale SE è in progetto in un'area posta a circa 20 km in direzione Sud-Ovest dal layout.

La connessione tra la SE Terna e il parco eolico verrà realizzata mediante una linea interrata AT a 150 kV, di circa 20 km, tra lo stallo dedicato in stazione Terna e la sottostazione elettrica utente (SSEU) dove avverrà la trasformazione AT/MT. La cabina generale MT raccoglierà i cavi provenienti dai singoli aerogeneratori.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto da:

- N° 12 aerogeneratori della potenza nominale di 6.0 MW ciascuno
- Dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti
- Dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche

¹ <https://www.lanuovasardegna.it/regione/2022/11/08/news/le-nuove-province-sarde-saranno-operative-solo-fra-quattro-anni-1.100139202>

- Da un cavidotto di tensione pari a 30 kV interrato
- Da una cabina MT SSE utente interna all'area del parco
- Da una stazione utente di trasformazione 30/150 kV
- Da una connessione in antenna a 150 kV ad una costruenda SE
- Dalle reti tecnologiche per il controllo del parco

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

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nei territori comunali di Villanovafranca, Mandas e Gergei, al di fuori dei centri abitati. Il progetto prevede l'installazione di n. 12 aerogeneratori così collocati (Figura 1.1):

- n. 4 aerogeneratori in Comune di Mandas;
- n. 1 aerogeneratore in Comune di Gergei;
- n. 7 aerogeneratori in Comune di Villanovafranca.

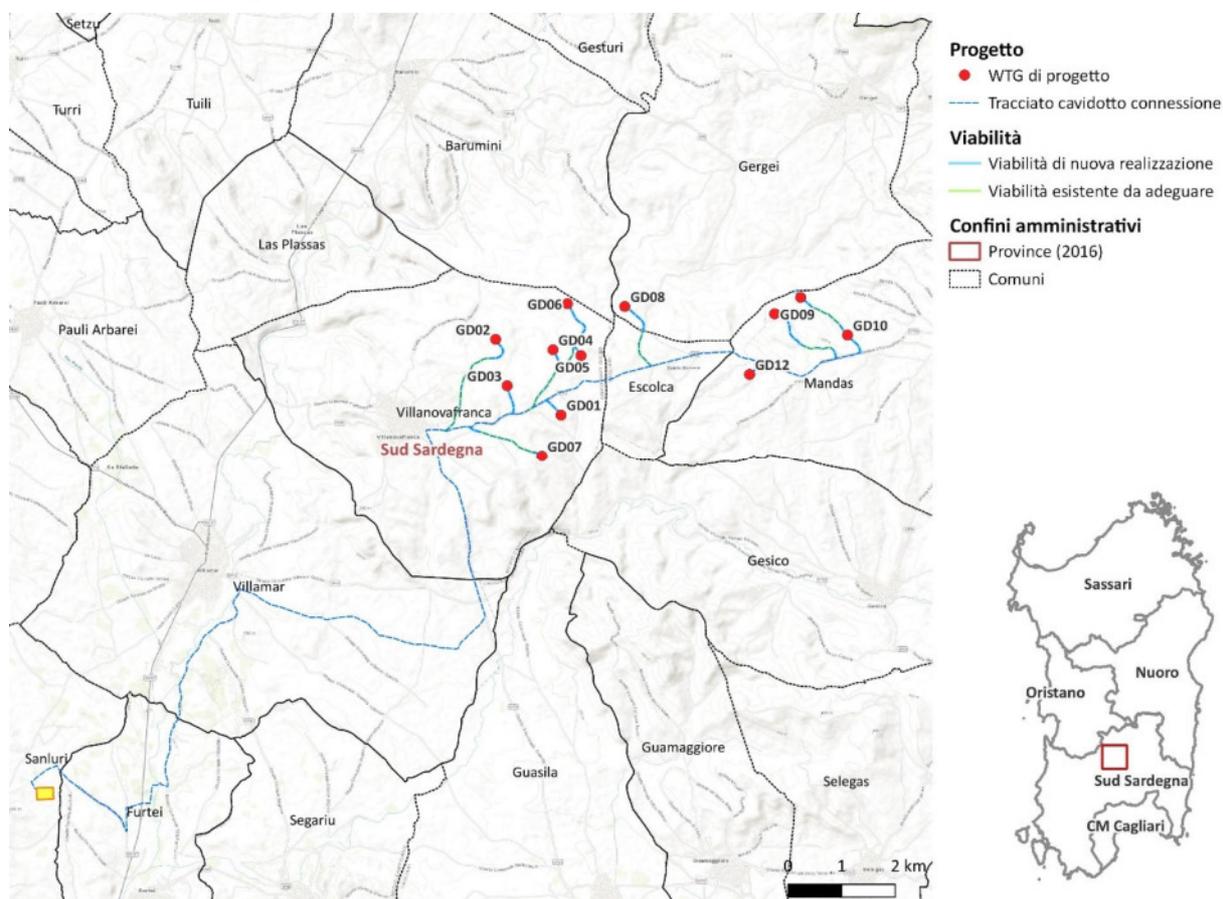


Figura 1.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto.

La sottostazione di trasformazione sarà ubicata nel territorio comunale di Villanovafranca, complessivamente la linea di connessione attraverserà i territori comunali di Mandas, Escolca, Villanovafranca, Villamar, Furtei e Sanluri.

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in Tabella 1-1.

Tabella 1-1: Coordinate degli aerogeneratori previsti (EPSG 3003).

WTG	X	Y
GD01	1503242,9	4388449,4
GD02	1502022,8	4389874,9
GD03	1502237,6	4389001,8
GD04	1503091,0	4389678,0
GD05	1503614,9	4389569,8
GD06	1503361,1	4390544,8
GD07	1502887,2	4387673,9
GD08	1504431,1	4390492,8
GD09	1507225,4	4390355,4
GD10	1508587,2	4389955,3
GD11	1507710,3	4390664,1
GD12	1506758,2	4389214,5

L'accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e provinciale partendo dal vicino porto industriale Cagliari o in alternativa da quello poco più distale di Portovesme. All'interno dell'area dell'impianto verranno utilizzate come viabilità primaria le strade statali SS128 e SS197; la Strada Provinciale SP36 rappresenta il perno delle viabilità secondaria, permettendo di raggiungere facilmente le aree per la costruzione degli aerogeneratori, mediante strade secondarie (asfaltate e/o sterrate) esistenti e mediante la realizzazione di apposite piste (Figura 1.2).

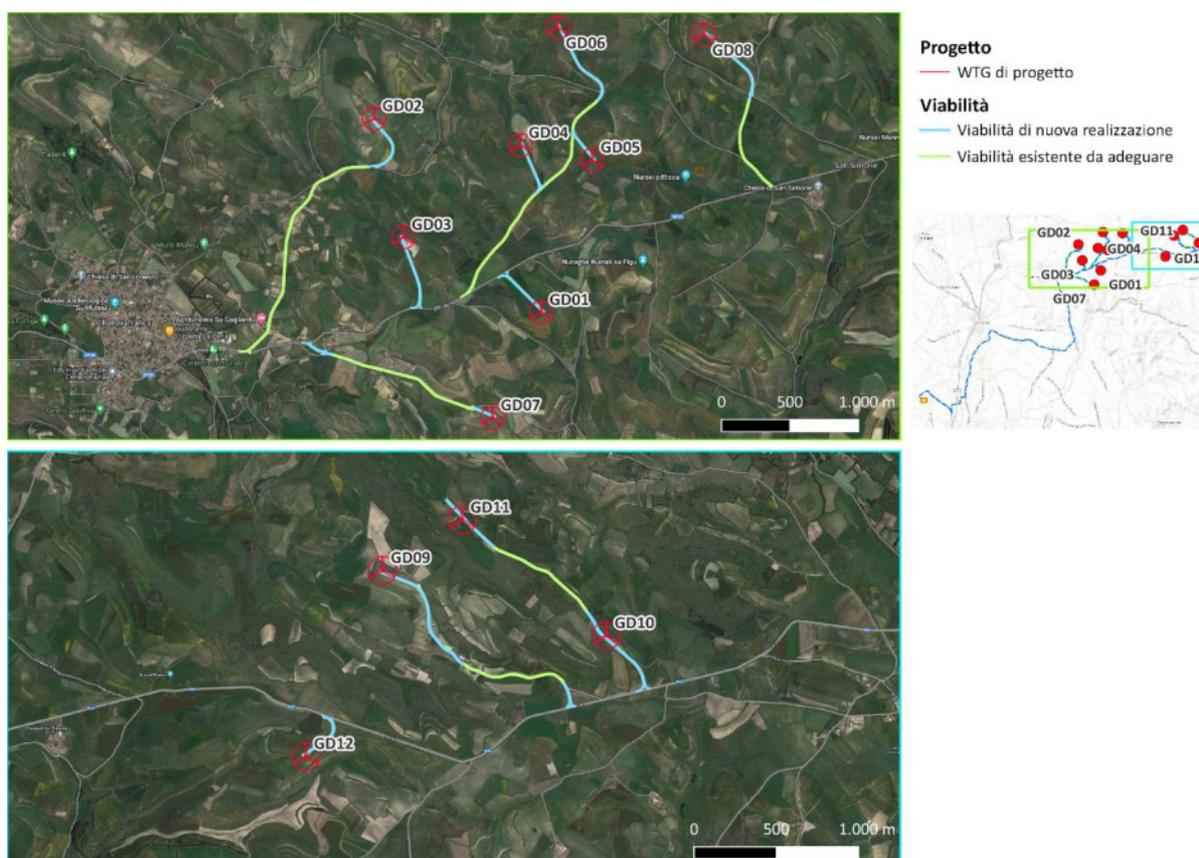


Figura 1.2: Inquadramento della viabilità di progetto.

2. INQUADRAMENTI DELL'AREA D'INTERVENTO

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

Il parco eolico in progetto è localizzato nella parte centrale della Regione Autonoma della Sardegna, nei territori comunali di Mandas, Gergei e Villanovafranca, nella Provincia del Sud Sardegna.

Esso ricade all'interno delle regioni storiche della "Marmilla" e della "Trexenta" che insieme al "Sarcidano" costituiscono un altopiano che funge da spartiacque tra il bacino idrografico del Fiume Tirso, il bacino idrografico del Flumendosa e quello del Flumini Mannu. Il territorio è prevalentemente collinare nella parte orientale e settentrionale, più pianeggiante verso ovest, nella "Marmilla" meridionale spicca incontrastato il colle di Las Plassas, famoso per la sua forma mammellare (Figura 2.1).

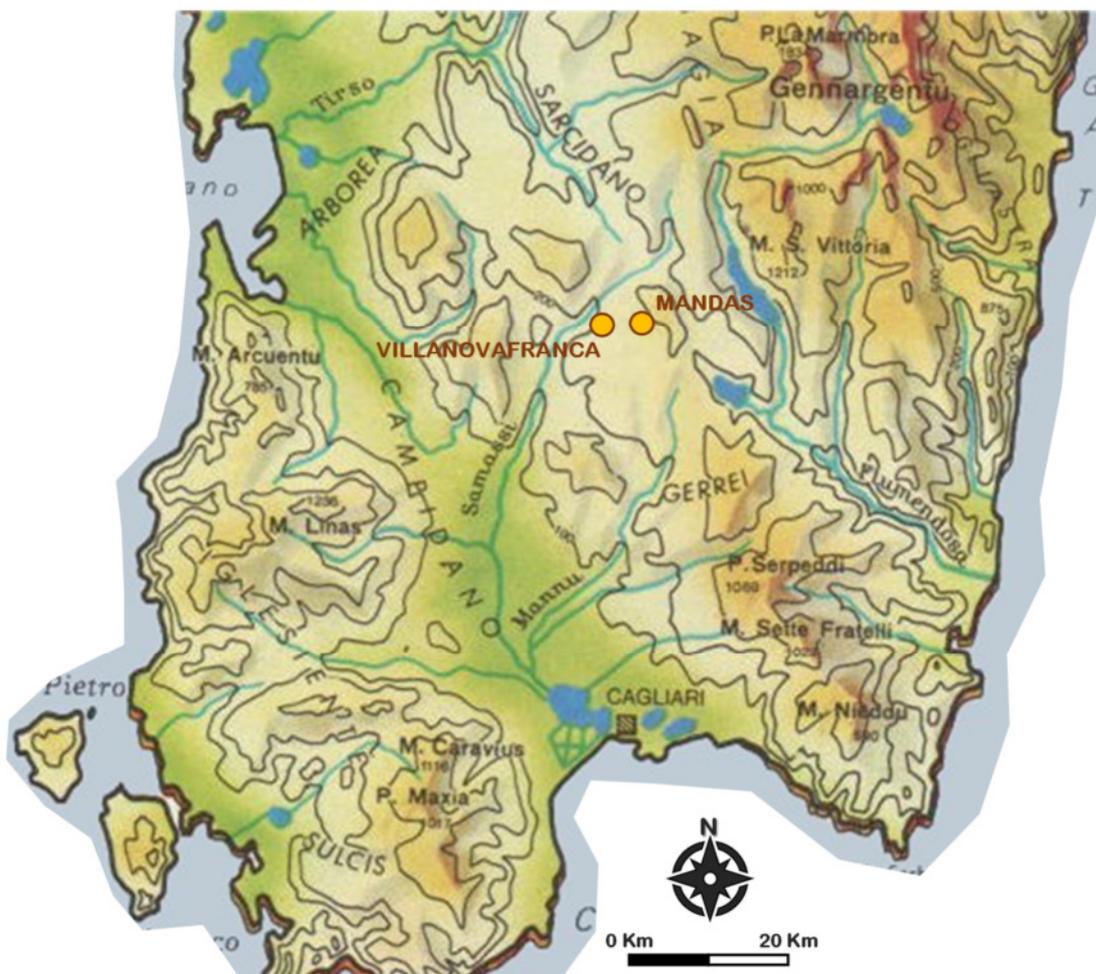


Figura 2.1 –Localizzazione Territoriale

L'area in progetto è un susseguirsi di campagne, spesso abbandonate o con la presenza di frutteti, vigne, oliveti e coltivazioni di cereali. Le condizioni climatiche, la viabilità esistente e la bassa presenza antropica la rendono idonea allo sviluppo di fonti di energie rinnovabili.

Le principali vie di accesso e comunicazione dei due comuni sono costituite dalla strada statale SS197 di San Gavino e del Flumini e dalla strada statale la SS128 Centrale Sarda all'interno del territorio sono poi presenti numerose strade comunali, asfaltate e sterrate che uniscono le diverse frazioni. Agevole si presenta anche il collegamento con la rete ferroviaria che collega Cagliari con Isili.



Il comune di Mandas (codice ISTAT 111039, abitanti 2.009 al 31 dicembre 2021) si estende nella parte nordorientale della provincia del Sud Sardegna (SU), al confine tra la Trexenta ed il Sarcidano, è facilmente raggiungibile tramite la SS128 Centrale Sarda, che ne attraversa il territorio. Il territorio comunale presenta un profilo geometrico irregolare, con variazioni altimetriche accentuate infatti, da un'altezza di 457 metri sul livello del mare dell'abitato, si raggiungono i 597 metri di quota.

Si tratta di un comune collinare che, alle tradizionali attività agro pastorali, ha affiancato modeste iniziative industriali. Il settore economico primario è presente in particolar modo coltivazione di frumento e la viticoltura, presente diffusamente anche l'allevamento di animali da pascolo. Per quanto riguarda il settore secondario, l'industria è costituita da imprese che operano nei comparti del lattiero caseario, dei laterizi, dei mobili, metallurgico e edile. Il terziario si compone di una sufficiente rete distributiva e commerciale.

Il centro agricolo Villanovafranca (codice ISTAT 111101, abitanti 1.194 al 31 dicembre 2021) è un paese adagiato sulle colline della "Marmilla", ai piedi della collina sulla quale sorge il paese, scorre il Flumini Mannu. L'abitato è raggiungibile per mezzo della SS197 di San Gavino e del Flumini, Il territorio comunale presenta un profilo geometrico irregolare, con variazioni altimetriche abbastanza accentuate, con altezze comprese tra 200 e 400 metri sul livello del mare.

Si tratta di un comune che basa la sua economia sulle tradizionali attività agricole, si producono cereali soprattutto grano duro, frumento, ortaggi, foraggi, agrumi e frutta. Sul territorio comunale sono particolarmente importanti le colture dell'olivo, della vite, del mandorlo e dello zafferano. Si pratica anche l'allevamento di bestiame da pascolo, non sono presenti attività industriali. Il terziario si compone di una sufficiente rete distributiva e commerciale.

Il paese di Gergei (codice ISTAT 092113) è situato al centro della Sardegna ai limiti del Sarcidano, tra la Trexenta e la Marmilla. Il suo territorio, di 36,07 Km² di superficie, occupa una vallata delimitata a nord-est dal costone roccioso della Giara di Serri, a nord-ovest dalle falde del Monte Trempu (703 metri s.l.m.), ad ovest dal fiume Riu Mannu, ad est e a sud da una serie di colline ricoperte da secolari oliveti.

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio è caratterizzato una vasta pianura alternata da piccole colline con forme dolci ed arrotondate, caratterizzati dalla sommità pianeggiante (le Giare).

Nel quadro economico locale il settore primario costituisce ancora un'importante risorsa: si coltivano cereali, frumento, ortaggi, foraggi, ulivi, agrumeti, viti e altri alberi da frutta; si pratica anche l'allevamento di bovini, suini, ovini, caprini ed equini. Il settore industriale è costituito da un discreto numero di aziende che operano nei comparti della produzione di mangimi, alimentare, dei materiali da costruzione ed edile.

Dal punto di vista cartografico il territorio in oggetto risulta inquadrabile come segue

- Carta IGM in scala 1:100.000 foglio n° 226 "MANDAS"
- Carta IGM in scala 1:25.000 Foglio 540-III NE "MANDAS"
- SEZIONI: 540099, 540100, 54130. 54140 della Carta Tecnica Regionale della Regione Sardegna in scala 1:10000.

La Carta Tecnica Regionale CTR in scala 1:10.000, geo riferita nel sistema Gauss-Boaga, rappresenta la base cartografica su cui sono stati programmate e svolte le elaborazioni in fase progettuale. Inoltre, sono state utilmente sfruttate le carte Ortofoto e le carte consultabili online dal sito www.sardegnaoportale.it e dal Google Earth Pro.



2.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO, PAESAGGISTICO E CATASTALE

2.2.1 Inquadramento urbanistico

Dal punto di vista urbanistico, gli strumenti urbanistici locali dei territori comunali interessati dalla presenza delle opere di progetto (WTGs e relative aree di ingombro, viabilità (viabilità esistente da adeguare e viabilità di nuova realizzazione) e cavidotto interrato di connessione) sono:

- il Piano di Fabbricazione di Mandas, dove ricadono le WTGs GD09, GD10, GD11 e GD12, parte della viabilità (viabilità esistente da adeguare e viabilità di nuova realizzazione) e del cavidotto interrato di connessione;
- il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Gergei dove ricade la WTG GD08, GD10, GD11, GD12, un tratto di viabilità di nuova realizzazione parte e del cavidotto interrato di connessione;
- il Piano di Fabbricazione di Villanovafranca in cui ricadono le WTGs GD01, GD02, GD03, GD04, GD05, GD06 e GD07, parte della viabilità (viabilità esistente da adeguare e viabilità di nuova realizzazione) e del cavidotto interrato di connessione;
- il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Escolca in cui passa parte del cavidotto interrato di connessione e un tratto di viabilità esistente da adeguare;
- il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Villamar dove ricade un tratto di cavidotto interrato di connessione;
- il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Furtei dove ricade un tratto di cavidotto interrato di connessione;
- il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Sanluri dove ricade il tratto conclusivo del cavidotto interrato di connessione.

Si rimanda alla Relazione Urbanistica 2799_5298_GIUD_PD_R05_Rev0_RU, per la trattazione completa della pianificazione urbanistica.

2.2.2 Inquadramento paesaggistico e storico culturale

Lo strumento di pianificazione paesaggistica in vigore a livello regionale è il Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.), approvato con Delibera della Giunta Regionale n. 36/7 del 5 settembre 2006. Tale piano ha subito una serie di aggiornamenti sino al 2013, anno in cui è stata approvata in via preliminare, con D.G.R. n.45/2 del 25 ottobre 2013, una profonda revisione. La Giunta Regionale, con Deliberazione n. 39/1 del 10 ottobre 2014, ha revocato la D.G.R. del 2013, concernente l'approvazione preliminare del Piano Paesaggistico della Sardegna. Pertanto, attualmente, a seguito di tale revoca, lo strumento vigente è il P.P.R. approvato nel 2006, integrato dall'aggiornamento del repertorio del Mosaico 2017.

Il P.P.R. si articola in due principali dispositivi di piano: gli Assetti Territoriali e gli Ambiti di Paesaggio.

Gli assetti territoriali, attraverso la ricognizione dell'intero territorio regionale costituiscono la base della conoscenza per il riconoscimento delle caratteristiche naturali, storiche e insediative nelle loro reciproche interrelazioni e si articola in tre tipologie di assetto:

- L'Assetto Ambientale
- L'Assetto Storico-Culturale
- L'Assetto Insediativo

Gli Ambiti di Paesaggio costituiscono delle linee guida e di indirizzo per le azioni di conservazione, recupero e/o trasformazione del paesaggio, e sono definiti in base alla tipologia, rilevanza ed integrità dei valori paesaggistici del territorio. L'impianto in progetto si colloca all'interno dell'ambito di paesaggio interno n. 36 – Regione delle Giare Basaltiche.

L'analisi del territorio e del paesaggio è stata condotta attraverso lo studio e le indicazioni della DGR 59/90 che inserisce fra le aree non idonee quelle interessate da aree e beni di notevole interesse pubblico, per la cui localizzazione si sono consultati i portali www.sardegna.beniculturali.it e <http://vincoliinrete.beniculturali.it/vir/vir/vir.html>. Il territorio è stato analizzato in un buffer di 10 km (50 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore) (Figura 2-2) all'interno del quale sono presenti diversi beni culturali, di interesse architettonico e archeologico (nuraghi, tombe, villaggi, palazzi), nessuno dei quali ubicato in corrispondenza delle WTGs di progetto e relative aree di ingombro (area temporanea di cantiere e piazzola), come evidente nella Figura 2-3.

Per quanto concerne la viabilità (viabilità esistente da adeguare e viabilità di nuova realizzazione) e il cavidotto interrato di connessione, essi non ricadono all'interno delle perimetrazioni dei beni culturali segnalati.

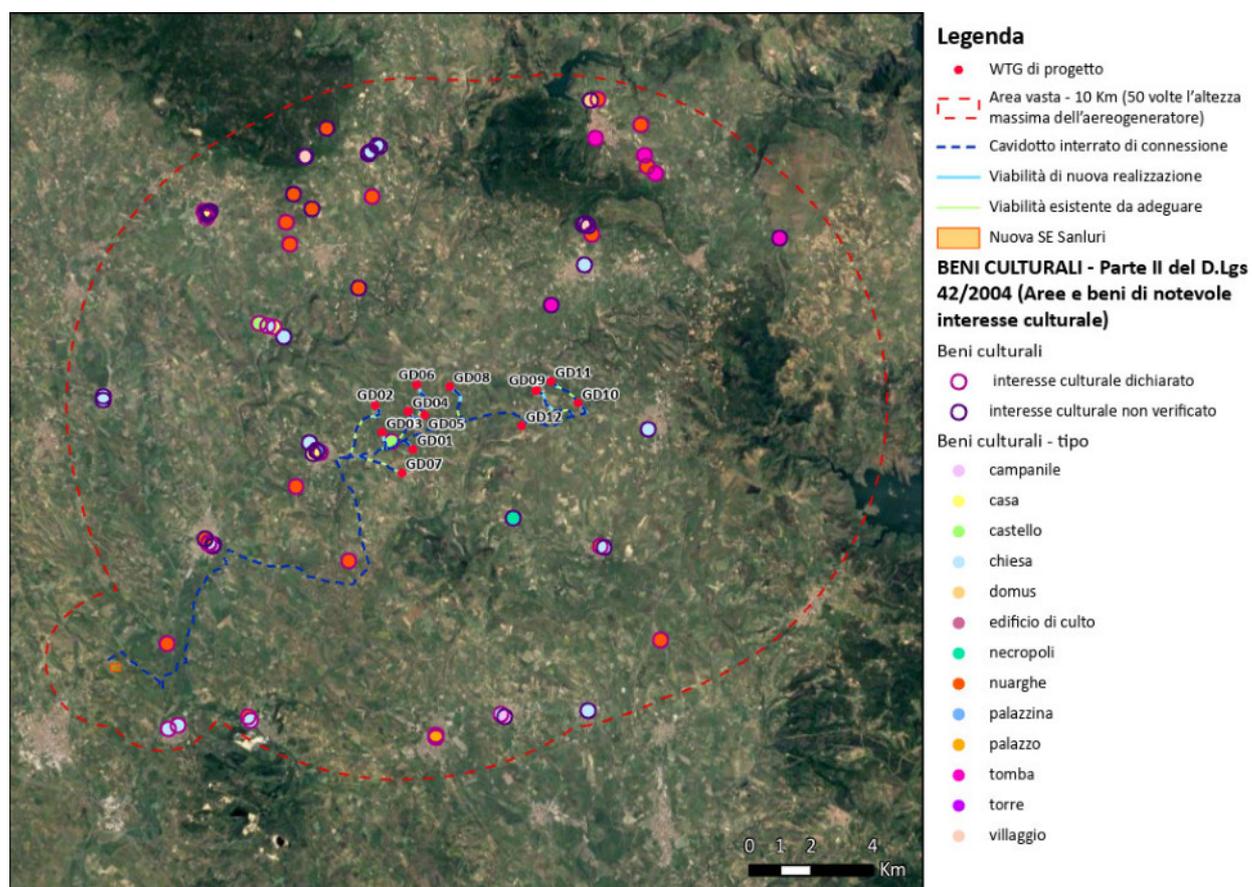


Figura 2-2: BENI CULTURALI: Parte II del D.Lgs. 42/2004 (Aree e beni di notevole interesse culturale)

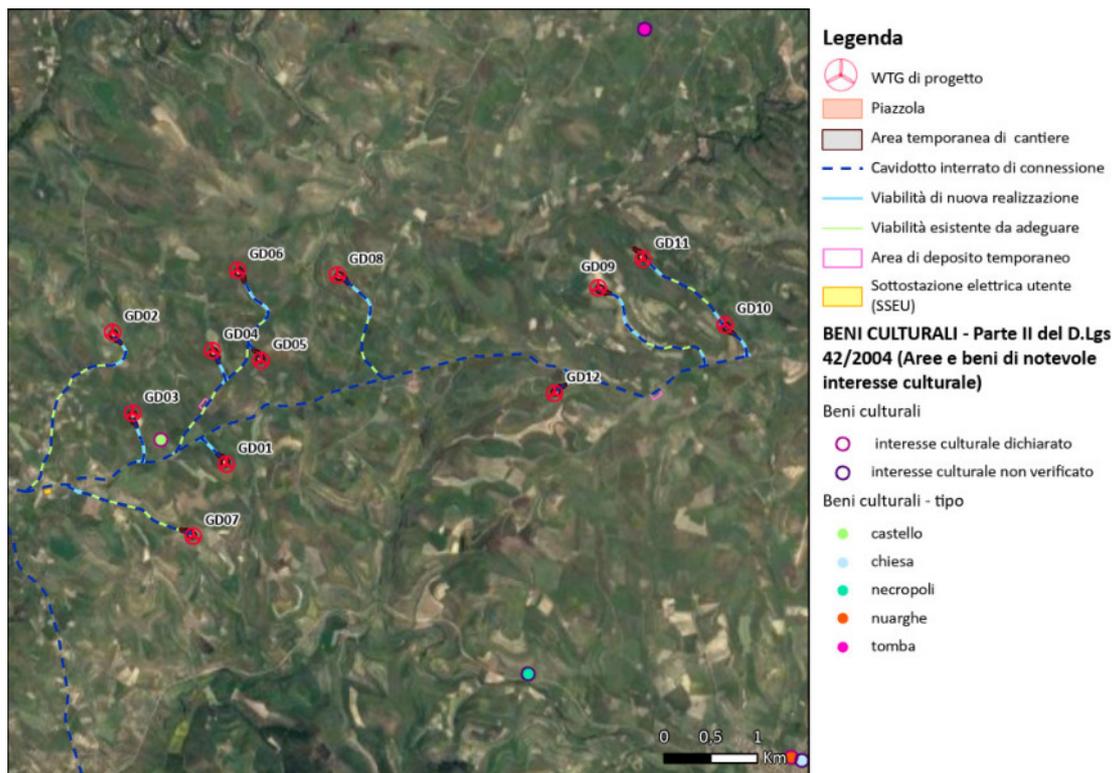


Figura 2-3: BENI CULTURALI: Parte II del D.Lgs. 42/2004 (Aree e beni di notevole interesse culturale) segnalati nelle vicinanze del layout di progetto

La successiva Figura 2-4 illustra i “Beni Paesaggistici” di cui all’art. 136 e 157 e le “Aree dichiarate di notevole interesse pubblico” riscontranti all’interno del buffer di 10 km (50 volte l’altezza massima dell’aerogeneratore), sulla base della cartografia delle aree non idonee della Regione Sardegna.

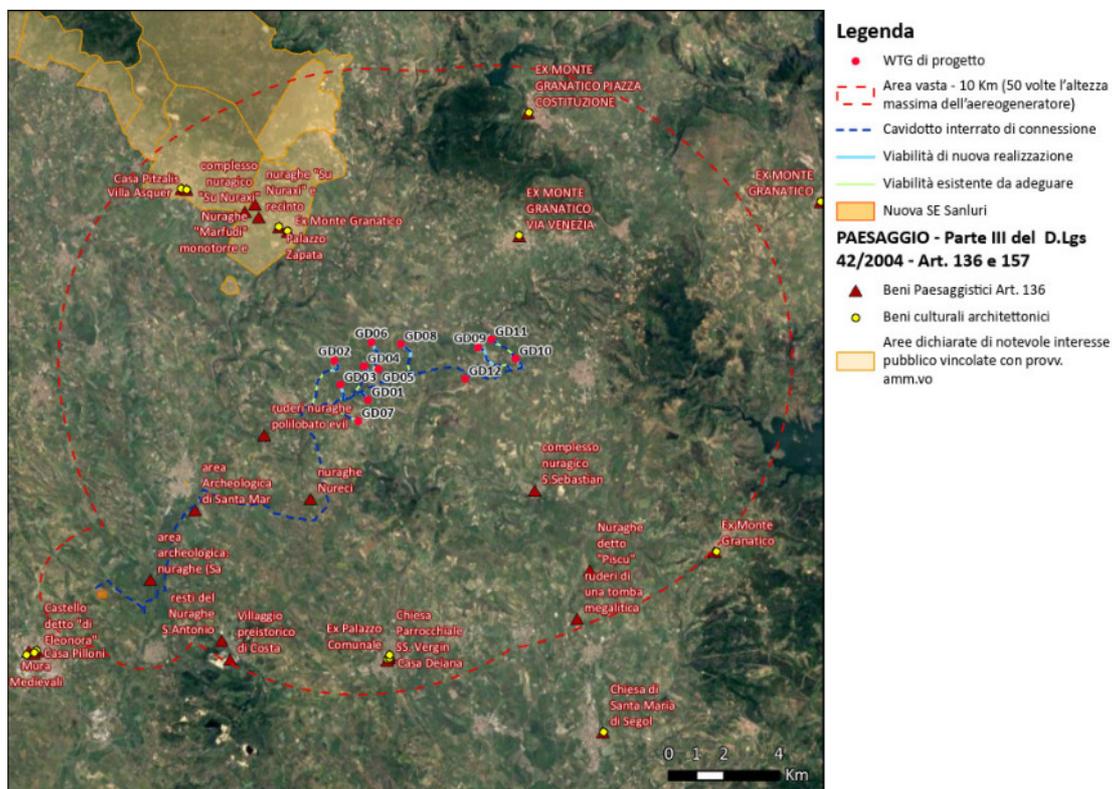


Figura 2-4: PAESAGGIO: Parte III del D.Lgs 42/2004 - Art. 136 e 157. Beni paesaggistici Art.136 (Fonte: <http://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=fer>).

Per quanto riguarda l'analisi effettuata per la verifica della localizzazione delle opere in progetto rispetto alle perimetrazioni dei vincoli paesaggistici ai sensi del D.Lgs. 42/2004 art. 142, come si evince dalla Figura 2.5 le opere in progetto non ricadono in nessuna delle perimetrazioni vincolistiche ma si trovano in prossimità di:

- i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna (lett. c, comma 1, art. 142 D.Lgs. 42/2004);
- i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento (lett. g, comma 1, art. 142 D.Lgs. 42/2004).

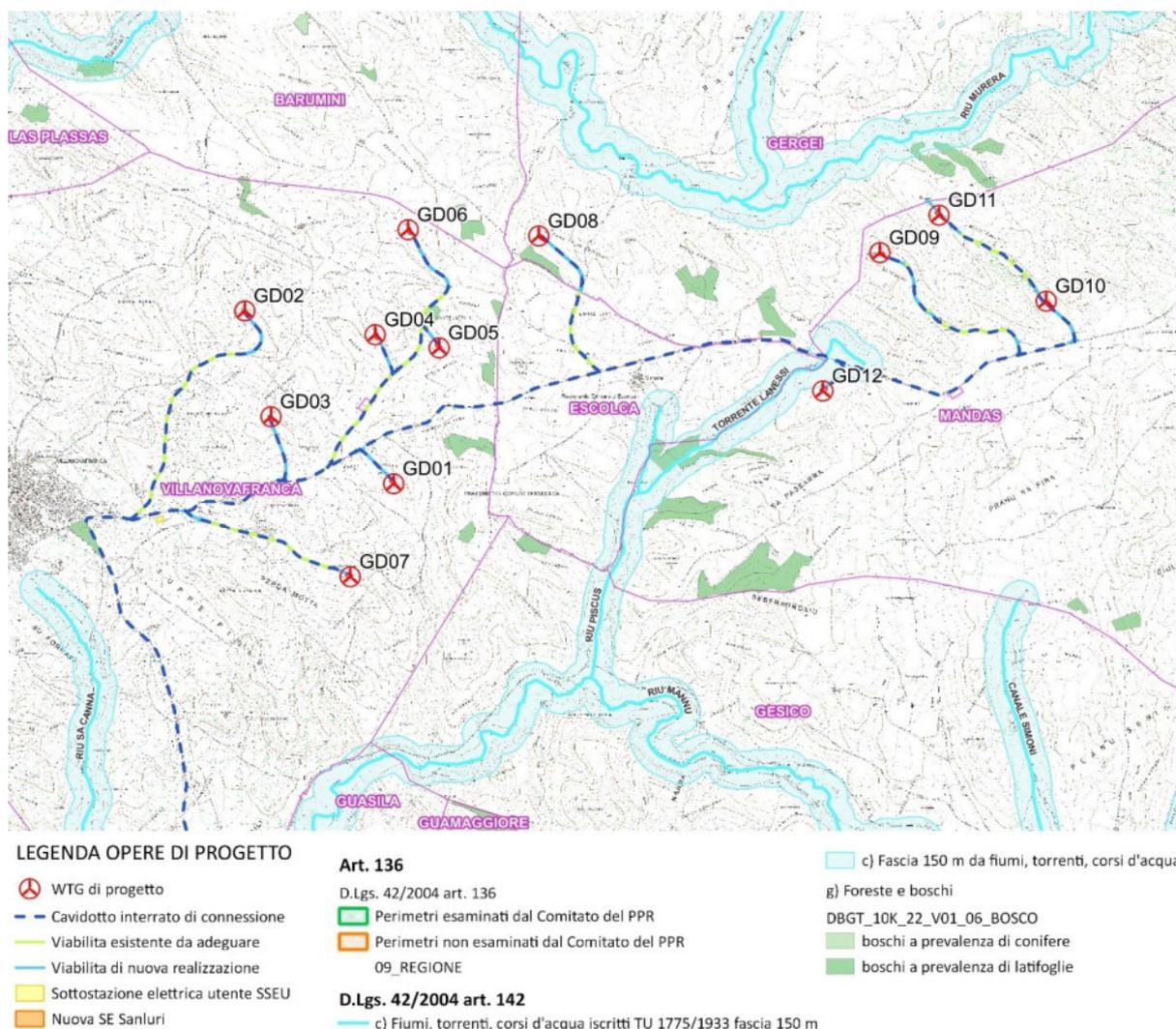


Figura 2.5 - D.Lgs. 42/2004 WTG di progetto

Le WTGs in progetto, e relative aree di ingombro (area temporanea di cantiere e piazzola), non si sovrappongono ai Beni Paesaggistici tutelati ai sensi dell'Art. 136 e 154. Lo stesso si verifica per la viabilità (viabilità esistente da adeguare e viabilità di nuova realizzazione) e il cavidotto interrato di connessione.

Per i vincoli del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera d, ricompresi nella DGR 59-90/2020 – Allegato 3 – Tabella sinottica:

- Fascia costiera
- Sistemi a baie e promontori, falesie e piccole isole

- C. Campi dunari e sistemi di spiaggia
- D. Aree rocciose e di cresta ed aree a quota superiore ai 900 m sul livello del mare
- E. Grotte e caverne
- F. Monumenti naturali ai sensi della L.R. n. 31/89
- G. Zone umide, laghi naturali ed invasi artificiali e territori contermini compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi (comprese zone umide costiere*)
- H. Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee
- I. Aree di ulteriore interesse naturalistico comprendenti le specie e gli habitat prioritari, ai sensi della Direttiva 43/92
- J. Alberi monumentali
- K. Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico-culturale (compresa la fascia di tutela)
- L. Aree caratterizzate da insediamenti storici. Centri di antica e prima formazione
- M. Aree caratterizzate da insediamenti storici. Insediamento sparso (stazzi, medaus, furriadroxius, bodeus, bacili, cuiles)
- N. Zone di interesse archeologico (Vincoli)

Si segnala come le WTGs di progetto non ricadono all'interno di tali perimetrazioni (Figura 2-6). Per quanto riguarda le aree di ingombro delle WTGs: area temporanea di cantiere e piazzola, si segnala che solo una piccola porzione di area temporanea di cantiere della GD12 (357,38 m²) si sovrappone alla perimetrazione della "fascia di 150 m da fiumi torrenti e corsi d'acqua" (Figura 2-7).

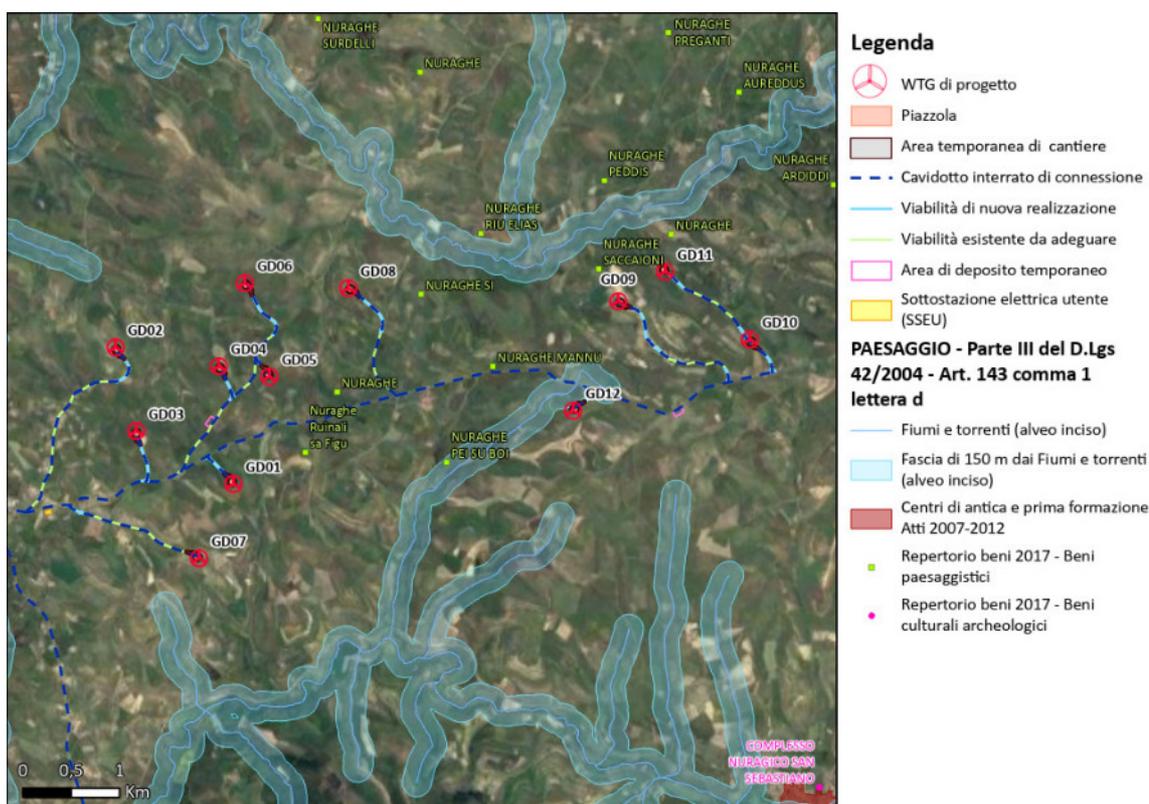


Figura 2-6: Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera d. Zoom su layout di progetto

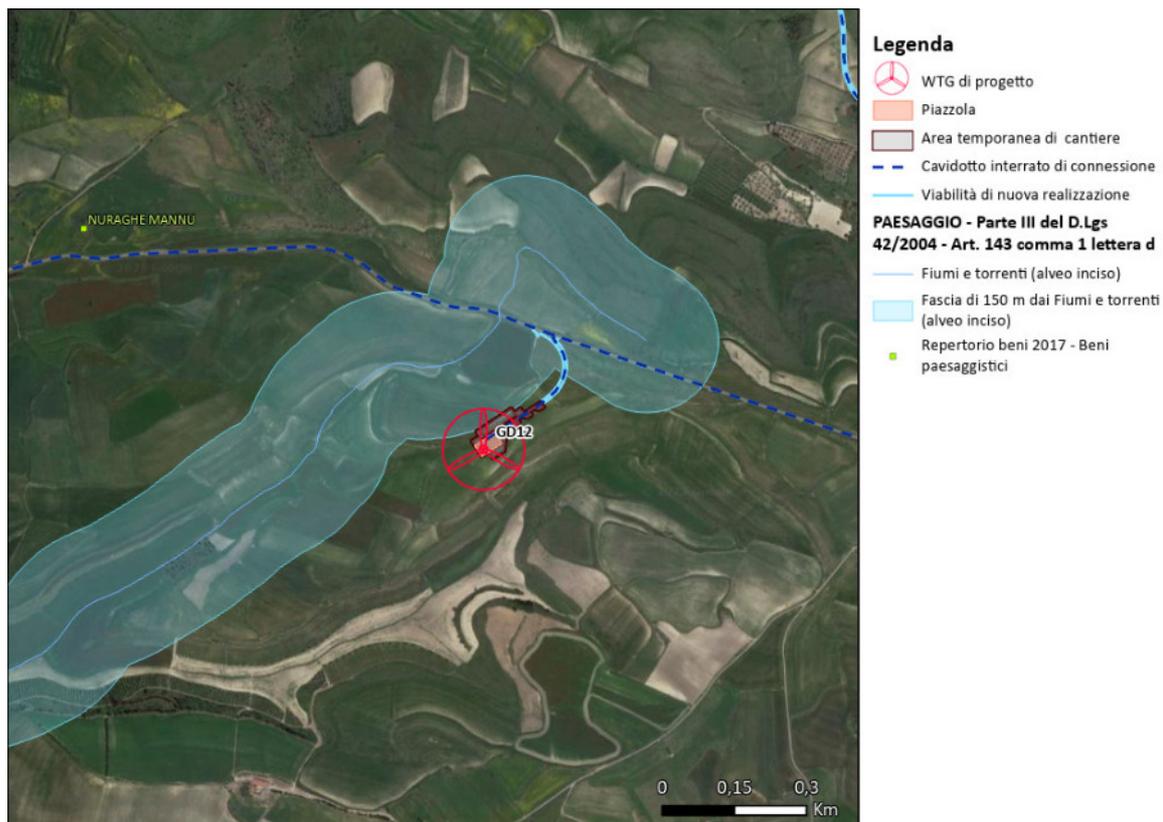


Figura 2-7: Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera d. Zoom su WTG GD12

Secondo la DGR 59-90/2020 (Allegato 3) ai sensi dell' Art. 143 comma 1 lettera e del DLgs 42/2004 ricadono in questa categoria i seguenti tematismi del PPR:

- Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico culturale (compresa la fascia di tutela)
- Reti ed elementi connettivi (rete infrastrutturale storica e trame e manufatti del paesaggio agro-pastorale storico-culturale)
- Aree dell'insediamento produttivo di interesse storico culturale (Aree della bonifica, delle saline e terrazzamenti storici)
- Aree dell'insediamento produttivo di interesse storico culturale (Aree dell'organizzazione mineraria, Parco geominerario Ambientale e Storico della Sardegna).

All'interno del buffer di 10 km (50 volte l'altezza massima dell'aereogeneratore) sono presenti solo due beni identitari, che non risultano esser ubicati nelle vicinanze del layout di progetto (Figura 2-8).

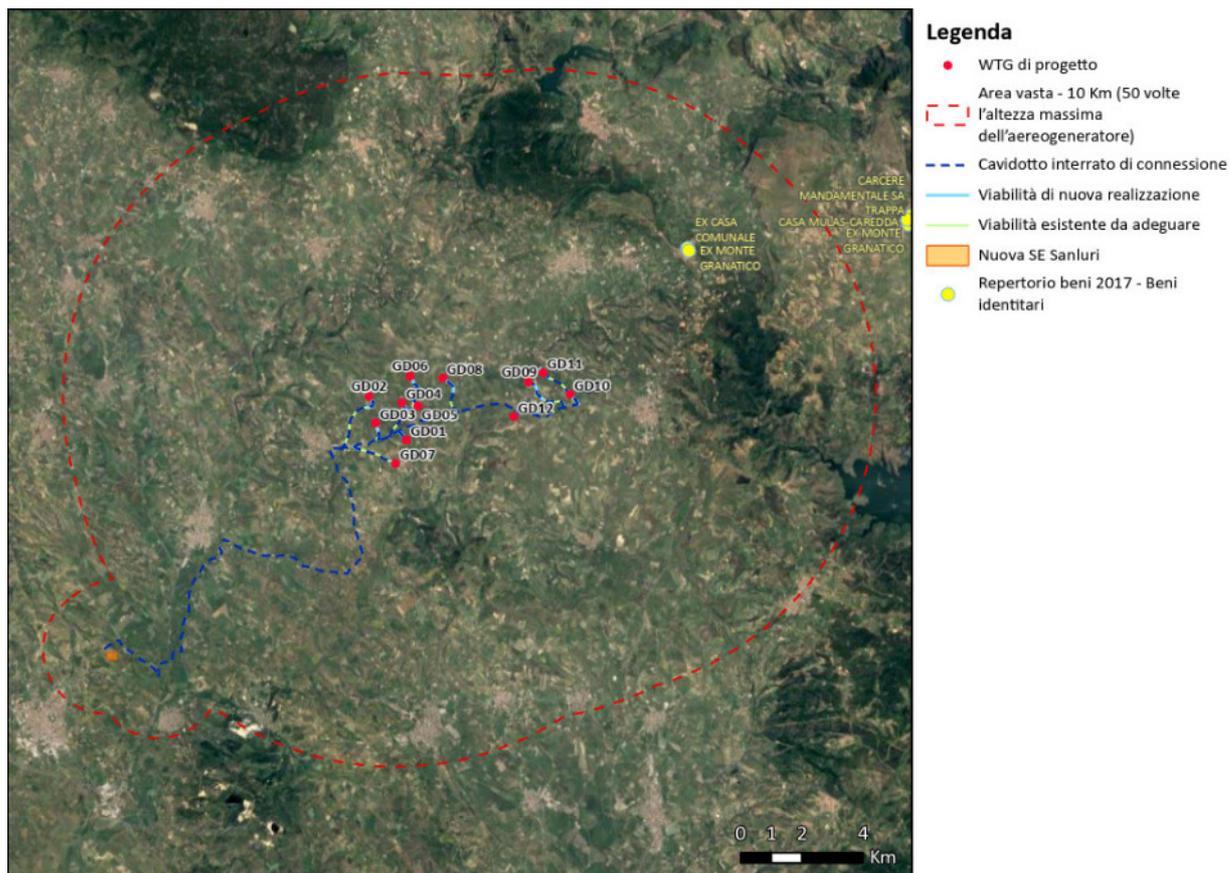


Figura 2-8: ULTERIORI CONTESTI BENI IDENTITARI: Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera e

2.2.3 Inquadramento catastale

Si riportano di seguito le particelle interessate dal progetto dell'impianto eolico, e per l'inquadramento catastale si faccia riferimento all'elaborato grafico "2799_5298_GIUD_PD_R15_Rev0_PPE-GRAFICO".



Tabella 2.1: particelle catastali aerogeneratori.

OPERA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
GD01	VILLANOVAFRANCA	17	55
GD02	VILLANOVAFRANCA	4	89
GD03	VILLANOVAFRANCA	16	323
GD04	VILLANOVAFRANCA	11	36
GD05	VILLANOVAFRANCA	12	110
GD06	VILLANOVAFRANCA	5	19
GD07	VILLANOVAFRANCA	25	1
GD08	GERGEI	35	87
GD09	MANDAS	7	18
GD10	MANDAS	8	84
GD11	MANDAS	8	33
GD12	MANDAS	26	3

Tabella 2.2: particelle catastali tratti di viabilità in progetto.

OPERA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
Pista di accesso alla GD01	Villanovafranca	17	53, 54, 67, 2, 55
Pista di accesso alla GD02	Villanovafranca	4	99, 100, 75, 74, 89
Pista di accesso alla GD03	Villanovafranca	16	243, 217, 178, 177, 290, 114, 292, 323
Pista di accesso alla GD04	Villanovafranca	11	48, 47, 37, 35, 36
Pista di accesso alla GD05	Villanovafranca	12	18, 19, 2
Pista di accesso alla GD06	Villanovafranca	5	47, 48, 46, 62, 30, 29, 19
Pista di accesso alla GD07	Villanovafranca	21	184, 152, 25, 48, 196
		25	1
Pista di accesso alla GD08	Gergei	35	130, 129, 82, 100, 99, 98, 90, 87
Pista di accesso alla GD09	Mandas	15	26
		7	93, 70, 42, 43, 35, 24, 22, 18
Pista di accesso alla GD10	Mandas	15	7
		8	46, 84, 69, 90, 61
Pista di accesso alla GD11	Mandas	8	15, 33, 100, 32, 35, 96, 81, 38, 104, 45
Pista di accesso alla GD12	Mandas	14	84, 58, 65, 55, 46, 45
		26	1
		24	9



Tabella 2.3: particelle catastali deposito temporaneo

OPERA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
Deposito temporaneo	Villanovafranca	11	78, 57
Deposito temporaneo	Mandas	15	33, 89

Tabella 2.4: particelle catastali opere elettriche.

OPERA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
Nuova SE Sanluri	Sanluri	17	148, 194, 150, 151, 152, 154, 155, 157, 153, 199, 195, 218, 221
Sottostazione elettrica utente (SSEU)	Villanovafranca	21	151
Cavidotto	Mandas	8	33, 100, 32, 35, 96, 81, 38, 104, 45, 46, 84, 69, 90, 61
Cavidotto	Mandas	15	7, 26
Cavidotto	Mandas	7	70, 42, 43, 35, 24, 22, 18
Cavidotto	Mandas	14	84, 58, 65, 55, 46, 45
Cavidotto	Mandas	26	1
Cavidotto	Mandas	24	9
Cavidotto	Escolca	12	200, 57, 146, 147
Cavidotto	Gergei	35	130, 129, 82, 100, 99, 98, 90, 87,
Cavidotto	Villanovafranca	17	54, 67, 2, 55
Cavidotto	Villanovafranca	11	48, 37, 35, 36,
Cavidotto	Villanovafranca	12	18, 19, 2,
Cavidotto	Villanovafranca	5	47, 48, 46, 62, 30, 29, 19
Cavidotto	Villanovafranca	16	243, 217, 178, 177, 290, 114, 292
Cavidotto	Villanovafranca	21	184, 152, 25, 196
Cavidotto	Villanovafranca	25	1
Cavidotto	Villanovafranca	4	99, 100, 75, 74, 89
Cavidotto	Furtei	7	204, 295
Cavidotto	Furtei	6	271, 272, 290, 286, 288
Cavidotto	Sanluri	17	140, 141, 142, 143, 147, 148
Cavidotto	Strada Vicinale Lacunedda, Via strada Provinciale, Strada Comunale Villanovafranca Gesico, SP36 - Strada Provinciale Mandas Villanovafranca, SP35 - Strada Provinciale di Guasila, Strada Comunale Villamr Guasila, Strada Provinciale SP43, Strada Comunale Villamr Furtei, Strada Comunale Lunamatrone		

2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in studio ricade nel Foglio della Carta Geologica d'Italia 226 "Mandas" (scala 1:100.000) e nel Foglio CARG della Carta Geologica d'Italia 540 "Mandas" (scala 1: 50.000), si estende nella regione storica della Marmilla, che rappresenta il margine nord-orientale del graben del Campidano, generatosi durante la fase distensiva e che interessa buona parte dell'isola a partire dal Miocene superiore fino al Plio-Pleistocene. Nella Marmilla affiorano prevalentemente terreni sedimentari della successione oligo-miocenica del Campidano-Sulcis (Formazione di Nurallao, Formazione della Marmilla, Marne di Gesturi) legata al rift oligo-miocenico sardo noto come "Fossa sarda", le quali poggiano in discordanza sul basamento paleozoico rappresentato dalla Formazione di Pala Manna.

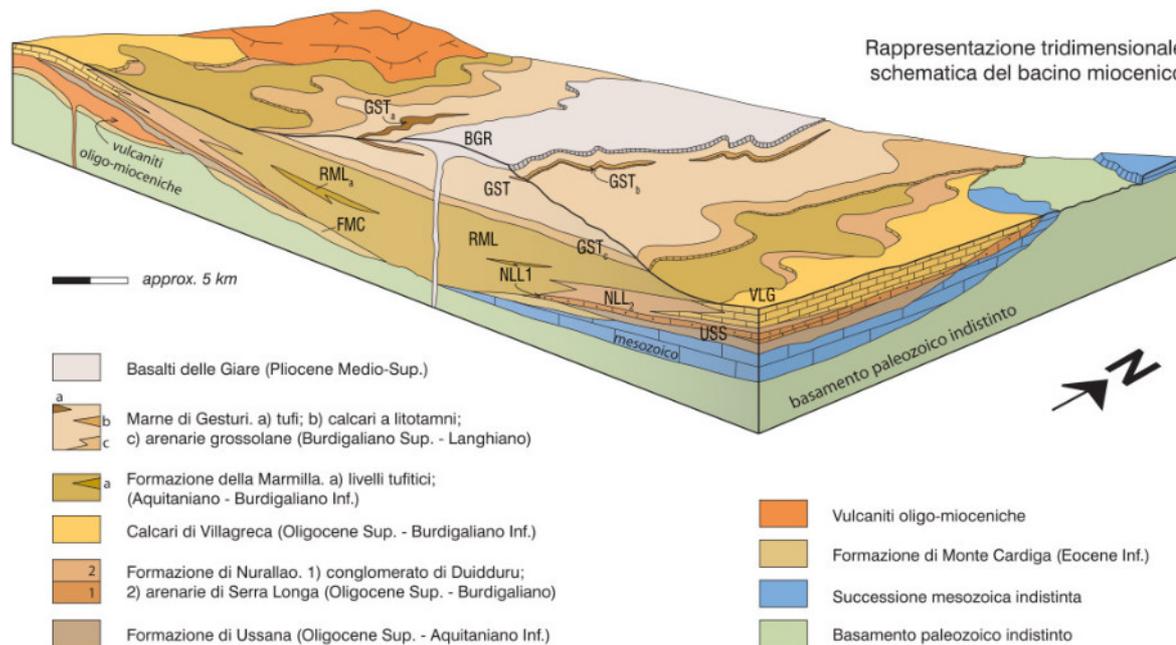


Figura 2.9 – Schema dei rapporti stratigrafici (Estratto da Foglio CARG 540 "Mandas")

Per la Sardegna, gli affioramenti Paleozoici costituiscono il basamento su cui insistono le formazioni geologiche studiate nell'area, questi non sono direttamente affioranti nell'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori, ma sono affioranti nel settore orientale dell'area vasta in studio.

Nell'area oggetto di questo lavoro sono rappresentate le unità delle "Falde Esterne" e il Complesso intrusivo tardo paleozoico.

Le prime sono caratterizzate da coperture metasedimentarie di età compresa tra il Cambriano e il Carbonifero inferiore, messe in posto durante le fasi di compressione dell'Orogenesi ercinica durante movimenti di direzione da NE a SW, in seguito piegate da un tardivo e debole metamorfismo.

Nella zona l'unità tettonica è costituita da varie formazioni metamorfosate prevalentemente sedimentarie denominate Arenarie di San Vito.

Il Complesso intrusivo tardo Paleozoico è composto da un'associazione plutonica calcicalcina metalluminosa caratterizzata da una grande eterogeneità compositiva, essendo rappresentato da gabbri, dioriti, tonaliti, granodioriti, monzograniti, e leucograniti. Tali litologie occupano l'intera area montana e pedemontana posta a nord del territorio comunale.

Le unità litostratigrafiche sono state interessate da diverse fasi tettoniche:

- Le litologie del Paleozoico sono state marcate dalla tettonica ercinica;
- i sedimenti più recenti affioranti nell'area in esame sono stati deformati dalla tettonica trascorrente oligo-miocenica, in conseguenza agli eventi geodinamici connessi con l'apertura del Mediterraneo occidentale;
- l'orogenesi alpina ha determinato l'ingressione marina nella fossa campidanese, con conseguente formazione di depositi tipici di questo ambiente nonché un'intensa attività eruttiva in tutto il settore centro-occidentale dell'isola.

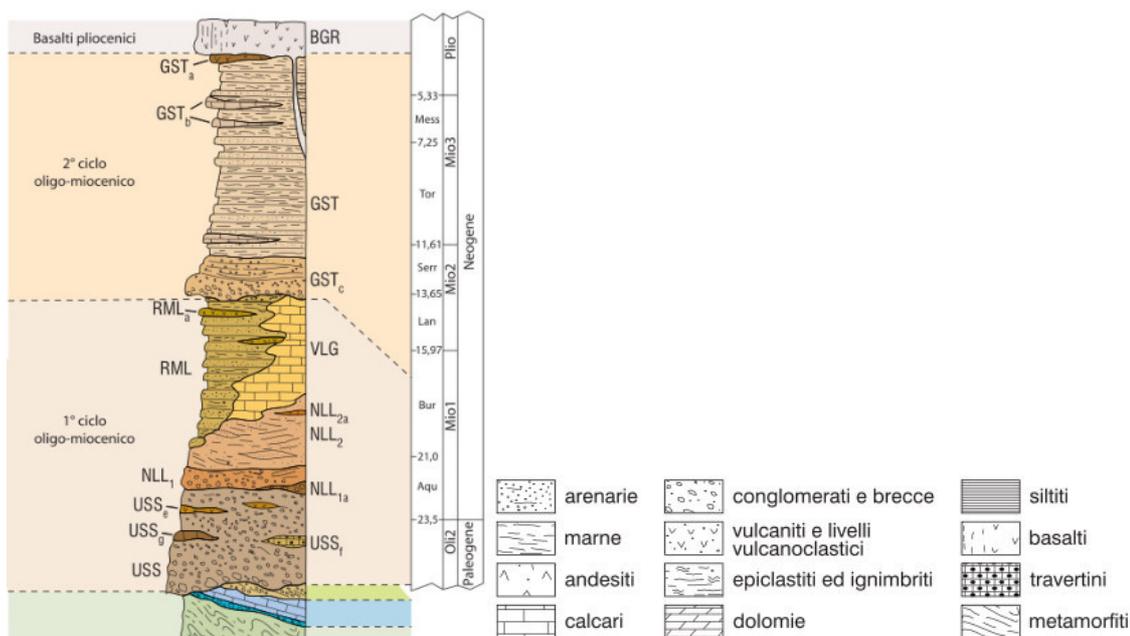


Figura 2.10 – Colonna stratigrafica delle successioni terziarie (Estratto da Foglio CARG 540 “Mandas”)

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, ad occidente dell'area in studio si distende la piana del Campidano, la sua formazione è dovuta ad una continuazione della tettonica distensiva Pliocenica. Tutto ciò documenta quindi un forte sollevamento della serie miocenica ai bordi del Campidano, e per contro, un abbassamento del Campidano.

Nel Quaternario l'attività erosiva e di trasporto dei torrenti determinano l'attuale configurazione del settore in esame.

I sedimenti quaternari attualmente osservabili in affioramento sono di modesto spessore e limitati dalle incisioni di paleoalvei, l'intensità di tali incisioni non trovano giustificazione nella modesta energia dei torrenti attuali, questi in passato, in condizioni climatiche ben più umide di quelle attuali, dovevano essere delle vere e proprie fiumare.

In particolare, si osserva che il paesaggio è per lo più collinare, con quote massime di circa 450 m s.l.m., a conseguenza diretta del sollevamento plio-pleistocenico, alternato a valli più o meno incise derivanti dal risultato di processi alluvionali e fluviali che, attivi durante tutto il Quaternario, in condizioni climatiche differenti dalle attuali, hanno dato luogo a ripe di erosione fluviale, meandri, terrazzi fluviali e coni di deiezione. L'acclività dei versanti è fortemente influenzata dal diverso comportamento litotecnico delle facies siltoso-marnose, marnoso-arenacee, intercalate con calcari organogeni e da depositi vulcanici facenti parte delle formazioni mioceniche come quella di Nurallu, della Marmilla e di Gesturi, che, per effetto della diversa predisposizione all'erosione, portano all'evoluzione di versanti regolari o interrotti da rotture di pendio più o meno accentuate. Il reticolo idrografico dell'area, costituito da corsi d'acqua, che scorrono prevalentemente su litologie mioceniche, è a carattere prevalentemente torrentizio stagionale e presenta un pattern sub-

dendritico, indicativo di un controllo tettonico derivante da un sistema di fratture più o meno parallele secondo le principali faglie direttrici del campidano.

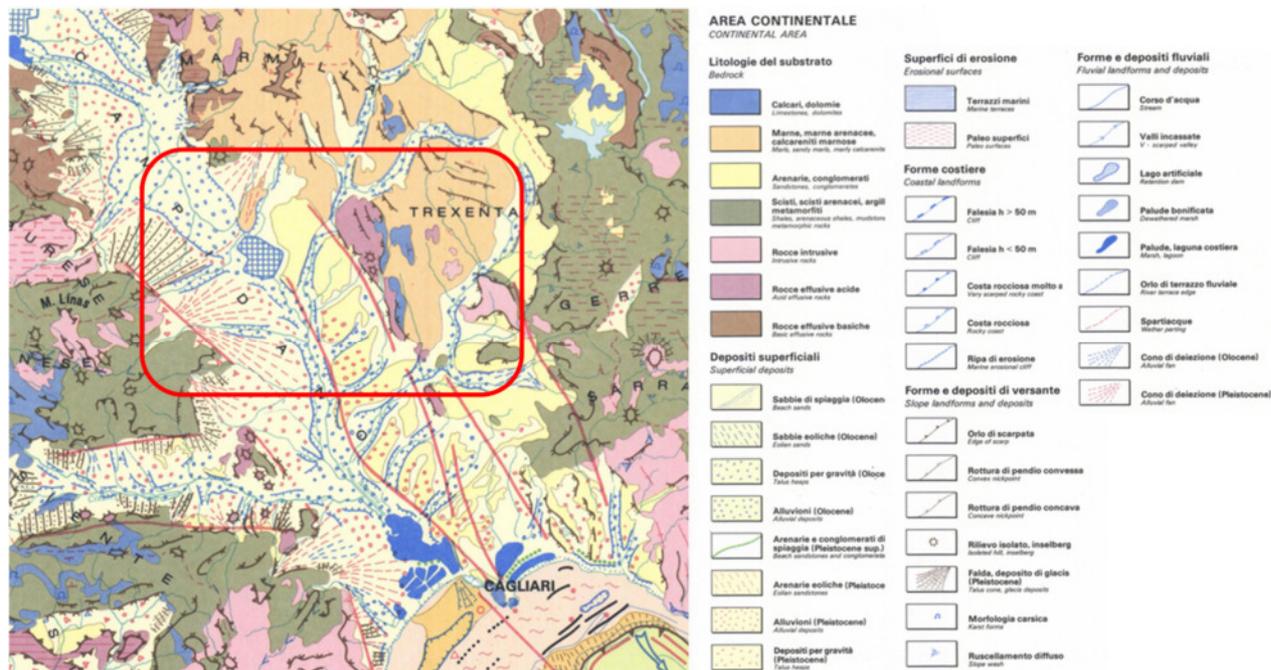


Figura 2.11 – Geomorfologia dell’area (Estratta dalla Carta Geomorfologica della Sardegna Marina e Continentale – 1988- Università di Cagliari)

2.3.1 Geologia locale

Nell’area in questione si rinvenivano delle alternanze deposizionali riconducibili alla “formazione di Nurallao”, affiora nell’area con sostanziale continuità da Siurgus Donigala a Donori. Altri importanti affioramenti caratterizzano poi l’area tra Ortacesus, Pimentel e Nuraminis. Precedentemente questa formazione era in parte conosciuta come “arenarie di Gesturi”, ma per omonimia con le “marne di Gesturi”, in accordo con le norme internazionali, il nome è stato così modificato. Inoltre, la parte conglomeratica basale della formazione, seppure di ambiente marino, era talvolta associata alla formazione di Ussana.

In particolare, nell’area in studio si rinvenivano alternanze di arenarie poco cementate, quasi sciolte (sabbie) con livelli arenacei decisamente più competenti, distribuite in lenti sub orizzontali con spessore da centimetrico a più che decimetrico, almeno in parte sub affiorante nell’area in studio.

Sono state eseguite n° 3 indagini sismiche con metodologia MASW per la determinazione della stratigrafia sulla base delle Vs misurate e la categoria del sottosuolo ai sensi delle NTC 2018.

Le prove sono state ubicate in modo da poter investigare i settori geologicamente più rappresentativi dell’area in studio, e poter così procedere ad una valutazione dell’idoneità dei terreni interessati dalle fondazioni degli aerogeneratori.

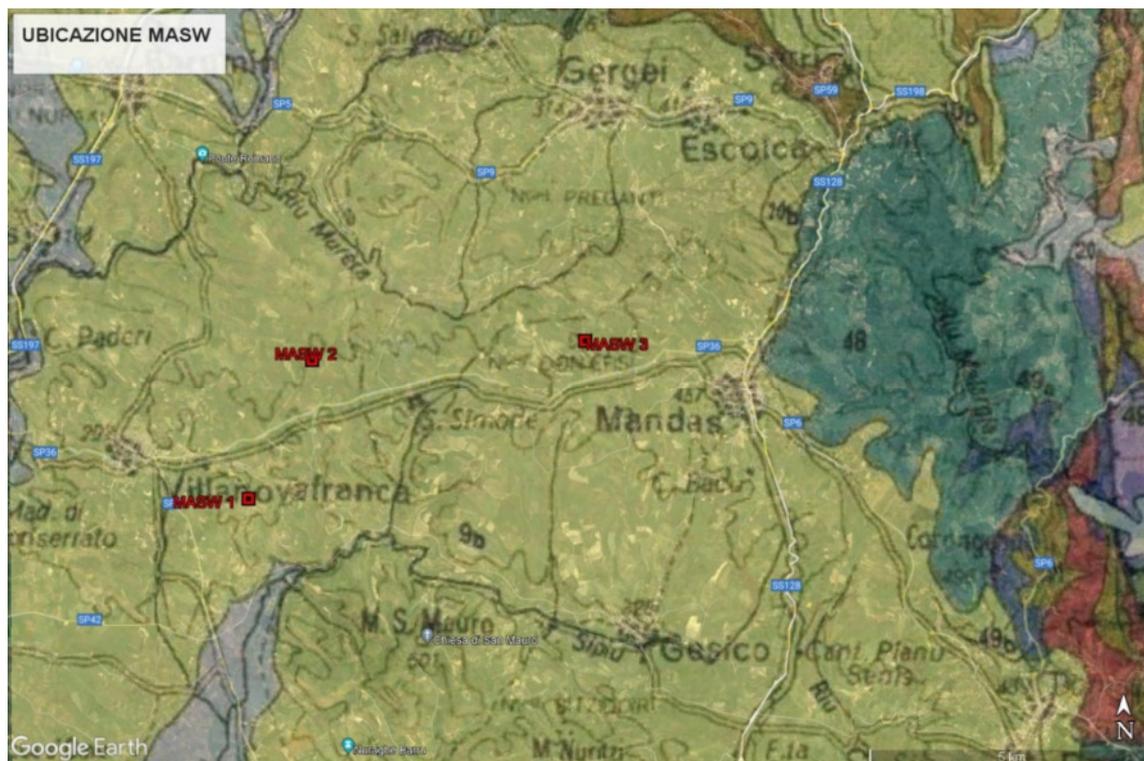


Figura 2.12 - Ubicazioni delle indagini geofisiche MASW su stralcio geologico

L'analisi combinata della sismica ad onde di superficie MASW e a rifrazione ha permesso, tramite specifiche correlazioni empiriche, di poter fornire una stratigrafia di dettaglio e una parametrizzazione geotecnica di massima del substrato.

In fase di progettazione definitiva si provvederà a svolgere una esaustiva campagna di indagini per ogni sito in modo da poter procedere ad una puntuale ed accurata caratterizzazione stratigrafica e geotecnica.

I parametri geotecnici indicati nella tabella sottostante, sono stati ottenuti utilizzando i valori caratteristici, in alcuni casi ulteriormente ridotti in via cautelativa dal progettista, in modo da poter essere ragionevolmente certi che i valori utilizzati nella progettazione strutturale siano ampiamente verificati.

Per il livello alluvionale si è cautelativamente posto coesione nulla, trattando le terre come esclusivamente incoerenti.

Per il substrato lapideo si sono utilizzati dei valori notevolmente ridotti rispetto a quanto ottenute con le formule empiriche precedentemente illustrate.

I parametri rappresentati nelle tabelle sono:

- P: profondità strato (tetto-letto)
- γ : Peso unità di volume (kg/m^3);
- ϕ : Angolo di attrito ($^\circ$);
- C: Coesione (kg/m^3);
- C_u : Coesione non drenata (kg/m^3);
- E_d : Modulo Edometrico (kg/m^3);
- E_y : Modulo Elastico (kg/m^3);

Tabella 2.5: Stratigrafia geologica e geotecnica di massima

STRATO	PARAMETRI		VALORI CARATTERISTICI
Marne alterate da 0 a -2.0 m	peso di volume	γ	20.9 kN/mc
	Coesione	c'	0.0 kPa
	Angolo attrito	ϕ'	50°
	Coesione non drenata	C_u	0.0 kPa
	Modulo Edometrico	E_d	200 MPa
	Modulo Elastico	E_y	250 MPa
Marne massive da -2.0 m a f.s.	peso di volume	γ	21.4 kN/mc
	Coesione	c'	300 kPa
	Angolo attrito	ϕ'	60°
	Coesione non drenata	C_u	500 kPa
	Modulo Edometrico	E_d	1000 MPa
	Modulo Elastico	E_y	1250 Mpa

2.4 INQUADRAMENTO IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO

Tutte le acque dolci che si trovano in Sardegna sono da collegarsi direttamente con la caduta di piogge il cui quantitativo corrisponde a circa 19 miliardi di m³ all'anno. Una considerevole aliquota di dette acque è però destinata a ritornare rapidamente all'atmosfera per effetto dell'evapotraspirazione che, in questa regione è particolarmente elevata. Un'altra frazione considerevole viene trattenuta direttamente dalla vegetazione. Ciononostante, l'acqua restante rappresenta almeno la metà di quella originariamente pervenuta scorre sulla superficie e in parte si infiltra nel sottosuolo alimentando le falde acquifere.

A causa di tale regime di precipitazioni i corsi d'acqua in Sardegna non possono essere considerati dei fiumi veri e propri, in quanto anche i principali hanno un carattere nettamente torrentizio con portate minime o nulle per la maggior parte dell'anno, brevi e violente piene nel periodo piovoso.

L'area interessata dallo studio ricade all'interno dei bacini idrografici Flumendosa e Flumini Mannu.

il Flumendosa corre in un alveo impostato prevalentemente sulle metamorfite paleozoiche, con direzione S-SE. Sulla destra idrografica, all'altezza di Villanovatulo, costeggia un ristretto lembo dell'altopiano del Sarcidano, sulla sinistra i Tacchi di Esterzili e Santa Maria.

L'asta principale scende in valli profonde e tortuose seguendo un tracciato in buona parte condizionato da lineamenti tettonici prevalentemente orientati N150°.

Il Flumini Mannu nasce dal Tacco di Laconi con il nome di Riu di Sarcidano e in pochi chilometri cambia frequentemente denominazione: Riu Roledu, Riu San Sebastiano, Riu Mannu e, in prossimità di Isili, Flumini Mannu. I suoi affluenti nel tratto iniziale vengono alimentati dalle numerose sorgenti dislocate sul Tacco; come il Riu Faccioni che prende origine dall'omonima sorgente e il Riu Cannas che raccoglie le acque delle "Funtane" Cannas, Girdiera e Picca Linna.

Superata la stretta di Is Barrocos, il Flumini Mannu scorre nell'alta Marmilla ricevendo dalla destra idrografica gli apporti dei torrenti che provengono dalla Giara di Gesturi, il Riu Sellu e il Riu Pazzola; mentre dalla sinistra affluisce il Riu Murera che raccoglie i deflussi del M. Carrogas e della Giara di Serri. Sempre dalla sinistra idrografica nel settore meridionale proviene il Riu Mannu e più a valle il Riu Lanessi, che in quest'area è l'affluente di maggiore rilevanza.

Sotto il profilo idrogeologico, i litotipi più largamente diffusi nell'area (calcarei marnosi e marne calcaree del Miocene inferiore e medio) consentono una infiltrazione generalmente limitata. Questi litotipi, infatti, risultano essere da scarsamente a mediamente permeabili (drenaggio lento) sia per porosità sia da fessurazione per fratturazione. Ciò è testimoniato anche dalla quasi totale assenza di

sorgenti naturali perenni, per lo più dovute a locali fatturazioni dello strato superficiale o a lame d'acque scorrenti tra due strati contigui o lungo i piani di dislocazione più o meno verticali nei litotipi più competenti, altrimenti le sorgenti si formano in falde scorrenti dentro i corpi alluvionali quaternari più o meno coerenti.

Poiché la capacità di immagazzinare degli acquiferi è data dalla permeabilità per porosità dei livelli sabbiosi, ma anche alla permeabilità per fessurazione dei litotipi più competenti, si ha un processo di alimentazione delle falde piuttosto lungo. Si tratterebbe quindi di acque sotterranee la cui formazione è legata all'accumularsi di acqua nell'arco di decenni, in tal modo le falde risentono poco dei periodi siccitosi che si intervallano a pochi anni di distanza l'uno dall'altro, ma sono legate a cicli idrologici più ampi, dell'arco di decenni.

In generale è possibile individuare due principali complessi idrogeologici: uno più superficiale dato dal "complesso sedimentario", e uno più profondo indicato come "complesso miocenico".

Al "Complesso sedimentario" vi appartengono i corpi alluvionali olocenici che seguono le valli dei corsi d'acqua, e in misura minore ai depositi alluvionali terrazzati. Sono caratterizzati da permeabilità generalmente medio-alta: maggiore nei livelli più superficiali, minore nei livelli profondi per la presenza di livelli argillosi poco permeabili.

Al "Complesso sedimentario Miocenico" sono ascrivibili le successioni marnose, argillose ed arenacee del Miocene inferiore-medio, con permeabilità medio bassa per porosità negli orizzonti marnoso-argillosi e permeabilità medio-alta per porosità nei livelli sabbiosi. Nel complesso, visto e considerato il tipo di materiale, particolarmente consistente e compatto, si evince una permeabilità di basso grado.

Le falde freatiche, diffuse soprattutto nei fondivalle e nelle zone pianeggianti in terreni terziari, hanno scarsa rilevanza, mentre di maggior interesse sono gli acquiferi profondi delle formazioni carbonatiche e marnoso-arenacee.

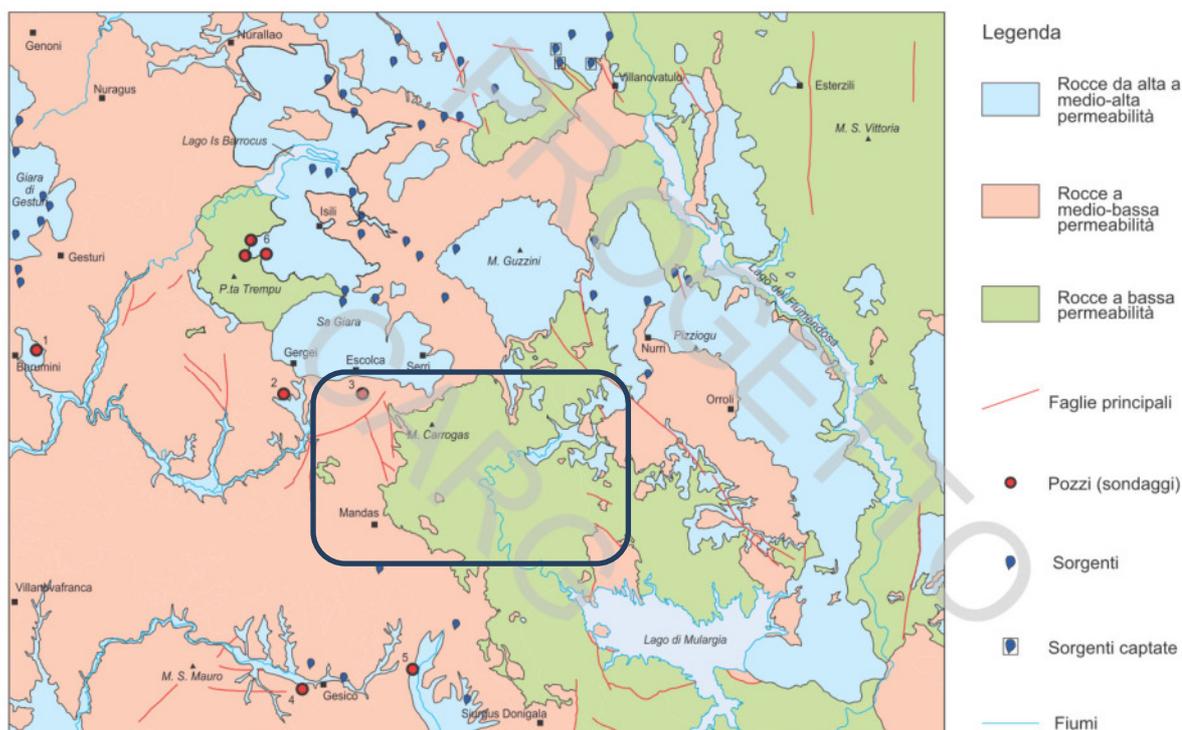


Figura 2.13 - Schema idrogeologico del Foglio CARG 540 "Mandas"

All'interno dell'area cartografata sono stati individuati cinque complessi, o unità litologiche, distinti caratterizzati da differenti intervalli di permeabilità "K" (in m/s), le unità idrogeologiche sono state divise secondo le seguenti classi di permeabilità:



- Impermeabile ($K < 10^{-7}$ cm/sec)
- Scarsamente permeabile ($10^{-4} > K > 10^{-7}$ cm/sec)
- Mediamente permeabile ($10 > K > 10^{-4}$ cm/sec)
- Altamente permeabile ($K > 10$ cm/sec)

Accorpendo le unità geologiche aventi in comune caratteri di permeabilità omogenei, sui cui insistono le opere in progetto è possibile distinguere 2 "Unità Idrogeologiche" principali:

1. Unità delle alluvioni oloceniche;
2. Unità sabbiosa conglomeratica miocenica.

2.5 RICOGNIZIONE DEI SITI A POTENZIALE RISCHIO DI INQUINAMENTO

Nell'area in esame non risulta siano mai state svolte attività antropiche di particolare rilievo, con usi pregressi che esulino da moderate attività di agro-pastorali o da attività strettamente connesse alla mera realizzazione delle infrastrutture viarie esistenti interessate dalle opere (strade sterrate agricole e strade provinciali o regionali).

Non si ritiene pertanto vi sia da segnalare la presenza, per l'intera area di intervento, di possibili sostanze diverse da quelle del cosiddetto "fondo naturale", così come di aree a maggiore possibilità di inquinamento o di eventuali più probabili percorsi di migrazione di dette sostanze.



3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il parco in esame sarà costituito da N° 12 aerogeneratori e sarà collegato alla rete elettrica nazionale.

La connessione sarà garantita da 4 linee di cavidotti in MT che collegheranno i diversi aerogeneratori ad una stazione utente MT 30 kV. Da quest'ultima, previo innalzamento della tensione, un cavidotto interrato in AT si allaccerà in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius". La nuova stazione sarà realizzata su alcuni terreni posti a circa 11 km in linea d'aria dal parco in direzione Ovest.

Per determinare le soluzioni tecniche adottate nel progetto, si è fatta una valutazione ed una successiva comparazione dei costi economici, tecnologici e soprattutto ambientali che si devono affrontare in fase di progettazione, esecuzione e gestione del parco eolico.

Viste le diverse caratteristiche dell'area, la scelta è ricaduta su di un impianto caratterizzato da un'elevata potenza nominale in grado di ridurre, a parità di potenza da installare, i costi di trasporto, di costruzione e l'incidenza delle superfici effettive di occupazione dell'intervento. Nel caso in esame, la scelta è ricaduta su di un impianto costituito di macchine della potenza nominale di 6.0 MW, che meglio rispondono alle esigenze progettuali. Gli aerogeneratori previsti in progetto, coerentemente con i più diffusi standard costruttivi, saranno del tipo a tre pale in materiale composito, con disposizione upwind, regolazione del passo della pala e dell'angolo di imbardata della navicella. La torre di sostegno della navicella sarà in acciaio del tipo tubolare, adeguatamente dimensionata per resistere alle oscillazioni ed alle vibrazioni causate dalla pressione del vento, ed ancorata al terreno mediante fondazioni indirette (plinti poggianti su pali trivellati).

La tipologia di turbina è stata scelta basandosi sul principio che turbine di grossa taglia minimizzano l'uso del territorio a parità di potenza installata; mentre l'impiego di macchine di piccola taglia richiederebbe un numero maggiore di dispositivi per raggiungere la medesima potenza, senza peraltro particolari benefici in termini di riduzione delle dimensioni di ogni singolo aerogeneratore.

La scelta dell'ubicazione dei vari aerogeneratori è stata fatta, per quanto possibile nelle vicinanze di strade, piste e carrarecce esistenti, con lo scopo di ridurre notevolmente la costruzione di nuove piste di accesso, minimizzando di conseguenza le lavorazioni per scavi e i riporti.

Nei seguenti paragrafi verranno descritte singolarmente le diverse lavorazioni e componenti che costituiscono il parco eolico.

3.1 INTERVENTI IN PROGETTO

Schematicamente, per l'installazione degli aerogeneratori si eseguiranno le seguenti opere, descritte nei successivi paragrafi e, relativamente alle infrastrutture elettriche, negli elaborati specifici del progetto elettrico:

- Interventi puntuali di adeguamento della viabilità esistente di accesso ai siti di installazione delle torri, consistenti nella temporanea eliminazione di ostacoli e barriere o in limitati spianamenti, al fine di renderla transitabile ai mezzi di trasporto della componentistica delle turbine
- realizzazione di nuova viabilità per assicurare adeguate condizioni di accesso alle piazzole degli aerogeneratori, in accordo con le specifiche indicate dalla casa costruttrice delle turbine eoliche
- approntamento delle piazzole di cantiere funzionali all'assemblaggio ed all'installazione degli aerogeneratori
- realizzazione delle opere di fondazione delle torri di sostegno (pali e plinti di fondazione)
- realizzazione delle opere di regimazione delle acque superficiali, attraverso l'approntamento di canali di scolo e tombinamenti stradali funzionali al convogliamento delle acque di ruscellamento diffuso e incanalato verso i compluvi naturali
- installazione degli aerogeneratori

Terminata la fase di messa in opera delle torri e avvenuto il collaudo del parco, si procederà alle seguenti lavorazioni di finitura:

- esecuzione di interventi di sistemazione morfologico-ambientale in corrispondenza delle piazzole di cantiere e dei tracciati stradali al fine di evitare il più possibile il verificarsi di fenomeni erosivi e dissesti e favorire l’inserimento delle opere nel contesto paesaggistico
- esecuzione di mirati interventi di mitigazione e compensazione e recupero ambientale, come dettagliatamente descritto negli elaborati ambientali di riferimento.

Ai sopradescritti interventi, propedeutici all’installazione delle macchine eoliche, si affiancheranno tutte le opere riferibili all’infrastrutturazione elettrica oggetto di trattazione nello specifico progetto allegato all’istanza di VIA:

- sistema di distribuzione e trasporto dell’energia (in cavidotto interrato a 30 kV) tra gli aerogeneratori e la stazione utente
- installazione di una cabina di trasformazione 30/150 kV
- sistema di distribuzione dell’energia in BT mediante cavidotto interrato per l’alimentazione di impianti ausiliari
- sistema di cablaggio mediante cavidotto interrato per sistema trasmissione dati e segnali di monitoraggio e controllo aerogeneratori
- nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri – Selargius” (non oggetto del presente progetto).
- installazione dei sistemi di monitoraggio, controllo e misura delle turbine

3.2 ACCESSIBILITÀ AL PARCO

In via preliminare si può ipotizzare che l’accesso al sito avvenga partendo dal porto commerciale di Cagliari, proseguendo poi in direzione nord lungo la E25/SS131 fino allo svincolo con la SS293, da percorrere per circa 67 km fino all’intersezione con la SP36 che costituisce la viabilità primaria interna al parco. Questa ipotesi dovrà essere analizzata in fase di progettazione esecutiva da una ditta specializzata in trasporti eccezionali, nonché conforme all’art.1. Adozione delle linee guida sui trasporti in condizioni di eccezionalità del Decreto 28 luglio 2022 (GU n.215 del 14.04.2022)

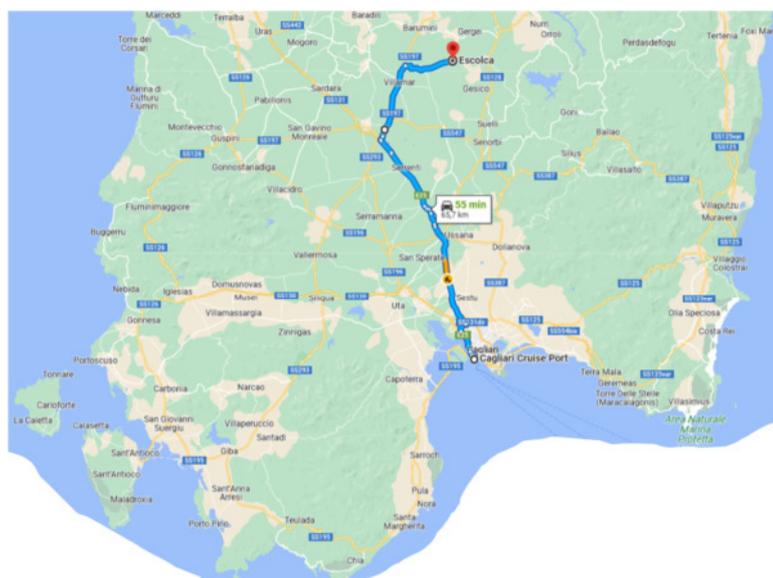


Figura 3.1: ipotesi di viabilità di accesso al sito



3.3 VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE TORRI

Al campo eolico si accede attraverso la viabilità esistente (strade Provinciali, Comunali e poderali), mentre l'accesso alle singole pale avviene mediante strade di nuova realizzazione e/o su strade interpoderali esistenti, che saranno adeguate al trasporto di mezzi eccezionali.

In particolare, il collegamento tra le diverse piazzole sarà principalmente realizzato mediante la strada SP36, che si presenta asfaltata e mediamente con una larghezza superiore ai 5m. Da questa arteria principale si dirameranno sia le piste di accesso alle torri (GD01, GD03 e GD12) sia strade secondarie locali da cui a loro volta partiranno le piste di accesso alle rimanenti piazzole (GD02, GD04, GD05, GD06, GD07, GD08, GD09, GD10 e GD11). In alcuni casi, per esigenze di ingombro dei trasporti speciali, le intersezioni tra le strade esistenti principali e secondarie sono state ridisegnate ex-novo (rampe di accesso). Di seguito uno schema riassuntivo con i nomi delle strade locali desunte dalle mappe ESRI-Streetmap.

Tabella 3.1: modalità di accesso agli aerogeneratori

IDENTIFICATIVO AEROGENERATORE	ACCESSO
GD01	SP36 → nuova pista
GD02	SP36 → strada senza nome → nuova pista
GD03	SP36 → nuova pista
GD04	SP36 → via Strada Provinciale → nuova pista
GD05	SP36 → via Strada Provinciale → nuova pista
GD06	SP36 → via Strada Provinciale → nuova pista
GD07	SP36 → rampa di accesso → strada comunale Villanovafranca-Gesico → nuova pista
GD08	SP36 → strada senza nome → nuova pista
GD09	SP36 → rampa di accesso → strada senza nome → nuova pista
GD10	SP36 → rampa di accesso → nuova pista
GD11	SP36 → rampa di accesso → strada vicinale → nuova pista
GD12	SP36 → rampa di accesso → strada vicinale → nuova pista

Negli elaborati grafici allegati e redatti per ciascun aerogeneratore, sono illustrati i dettagli dei percorsi per il raggiungimento degli aerogeneratori, sia in fase di realizzazione sia in fase di esercizio. Come illustrato nelle planimetrie di progetto, saranno anche realizzati opportuni allargamenti degli incroci stradali per consentire la corretta manovra dei trasporti eccezionali. Detti allargamenti saranno rimossi o ridotti, successivamente alla fase di cantiere, costituendo delle aree di "occupazione temporanea" necessarie appunto solo nella fase realizzativa. Per il tracciamento delle piste di accesso ci si è attenuti alle specifiche tecniche del produttore delle turbine che impongono raggi di curvatura, raccordi altimetrici e pendenze. Nelle seguenti figure si riportano alcuni dei parametri richiesti mentre allegato alla presente relazione si riporta il documento tecnico del produttore (D3120697_003 SGRE ON SG 6.6-170 Site Roads and Hardstands).



	Longitudinal Gradients (%)				Transversal Gradients (%)	
	Maximum		Minimums		Maximum	Minimum
	Straight section	Curved section	Straight section	Curved section	Straight/ 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⁾ >10 and ≤13 improved concreting or paving if gradient > 200 m. ⁽¹⁾ >13 and ≤15 improved concreting or paving + 6x6 tractor unit >15 need for towing study	Up to 7 without concreting ⁽¹⁾ >7 and ≤10 improved concreting or paving ⁽¹⁾ >10 need for towing study	0.50	0.50	2	0.20
B. Access and internal roads reverse driving	≤ 3 up to a max. of 1000 m without concreting. >3 and ≤5 max. 1000m improved concreting or paving	<2 up to max. 500 m without concreting. ≥2 and ≤3 max. 500 m improved concreting or paving	0.50	0.50	2	0.20
(1) SGRE standard values are ≤13 % for longitudinal gradients and <10 % for curved sections. (2) Improved paving: Roadbed with friction coefficient of at least 0.35						

La sezione stradale avrà larghezza carrabile di 5,50 m, dette dimensioni sono necessarie per consentire il passaggio dei mezzi di trasporto delle componenti dell'aerogeneratore eolico.

Il corpo stradale sarà realizzato secondo le seguenti modalità:

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

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

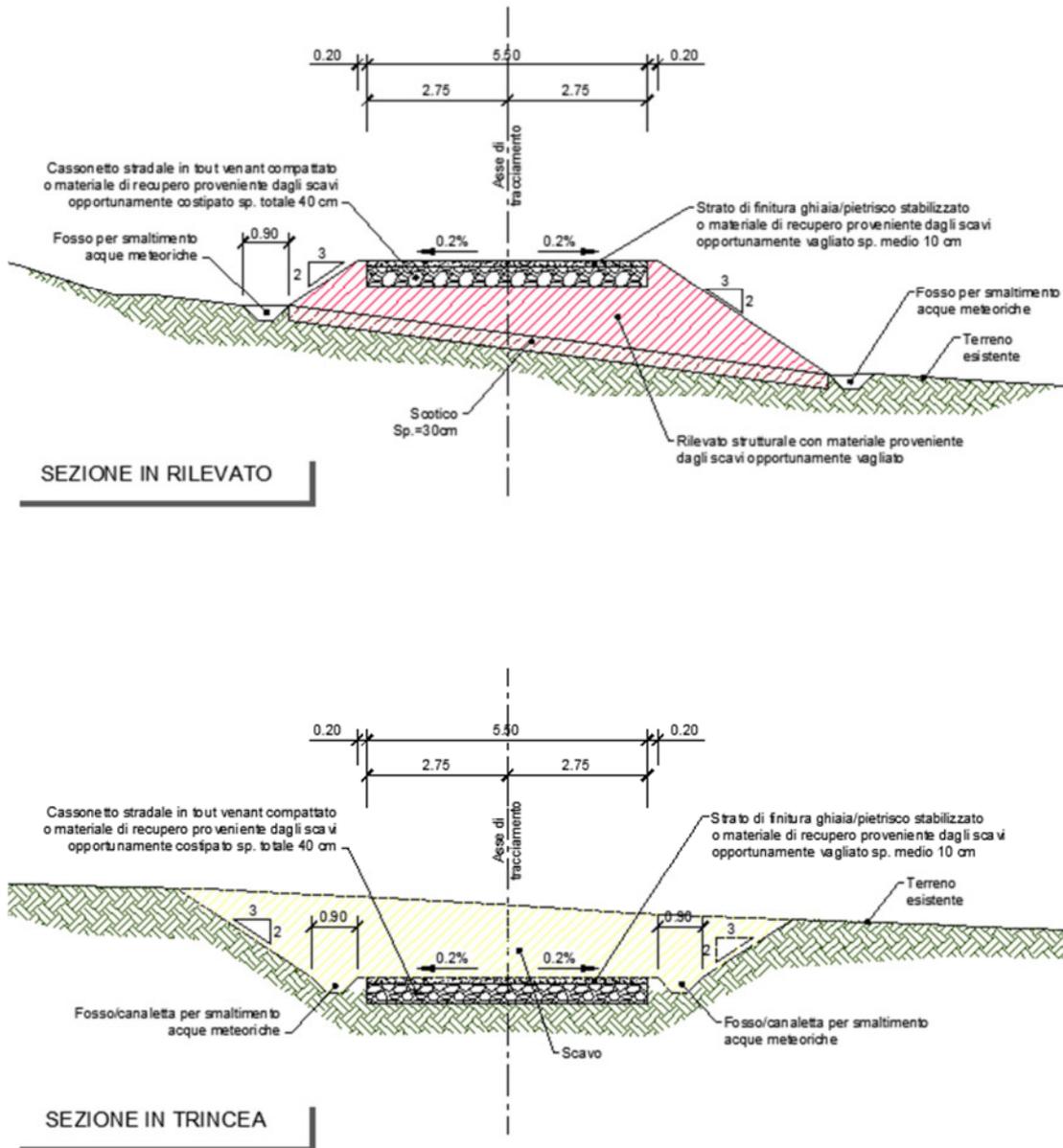


Figura 3.2 – Sezione tipo piste di accesso

Nella seguente tabella si riassumono le principali caratteristiche della viabilità in progetto.



Tabella 3.2: tratti di viabilità in progetto

SEGMENTO	TIPOLOGIA	LUNGHEZZA (m)	PENDENZA MASSIMA	FINITURA
SP36	Esistente	12000	<3%	asfalto
Raccordo pista GD02	Esistente – da adeguare	2300	<2%	sterrato
Strada di raccordo pista GD04-GD06	Esistente – da adeguare	1800	<2%	sterrato
Strada di raccordo pista GD07	Esistente – da adeguare	1100	<6%	sterrato
Strada di raccordo GD08	Esistente – da adeguare	700	<2%	sterrato
Strada di raccordo GD09	Esistente – da adeguare	650	<2%	sterrato
Strada di raccordo pista GD10	Esistente – da adeguare	750	<6%	sterrato
Pista accesso GD01	Nuova realizzazione	390	<2%	sterrato
Pista accesso GD02	Nuova realizzazione	480	<2%	sterrato
Pista accesso GD03	Nuova realizzazione	540	<2%	sterrato
Pista accesso GD04	Nuova realizzazione	340	<3%	sterrato
Pista accesso GD05	Nuova realizzazione	245	<2%	sterrato
Pista accesso GD06	Nuova realizzazione	680	<2%	sterrato
Pista accesso GD08	Nuova realizzazione	590	<2%	sterrato
Pista accesso GD09	Nuova realizzazione	940	<6%	sterrato
Pista accesso GD10	Nuova realizzazione	420	<2%	sterrato
Pista accesso GD11	Nuova realizzazione	510	<3%	sterrato
Pista accesso GD12	Nuova realizzazione	320	<4%	sterrato

3.4 PIAZZOLE DI MONTAGGIO

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore verrà realizzata una piazzola di montaggio al fine di consentire le manovre di scarico dei vari elementi delle torri, il loro stoccaggio in attesa della posa in opera, il posizionamento della gru principale di sollevamento e montaggio e il posizionamento della gru ausiliaria. Tenuto conto delle dimensioni del generatore, la viabilità di servizio all'impianto e le piazzole costituiscono le opere di maggiore rilevanza per l'allestimento del cantiere. Oltre all'area suddetta saranno realizzate 4 aree di servizio per il posizionamento delle gru ausiliarie al montaggio del braccio della gru principale.

Le piazzole di montaggio dovranno avere una superficie piana o con pendenza minima (1÷2%) di dimensioni tali da contenere tutti i mezzi e le apparecchiature garantendo ai mezzi all'interno di essa buona libertà di movimento. Per il progetto in esame, al fine di minimizzare i movimenti terra e quindi gli impatti sul territorio, si è scelto di utilizzare:

- Una piazzola per un montaggio in due fasi, denominata "Partial storage" dove verranno utilizzate due tipologie di gru e verranno stoccati i diversi componenti due tempi

Nelle seguenti figure si riportano degli schemi tipologici.

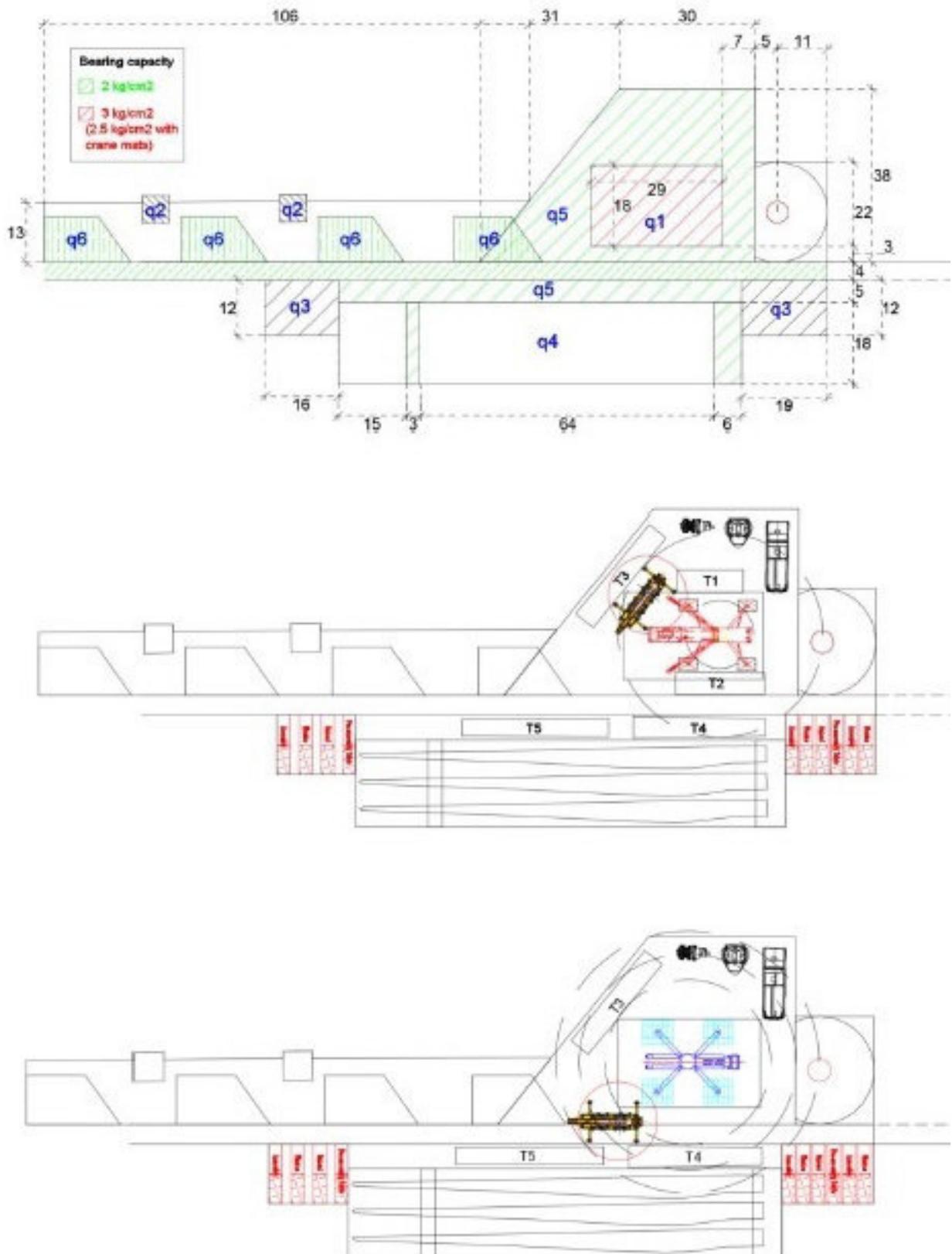


Figura 3.3 – tipologico per il sistema di montaggio "Partial storage"

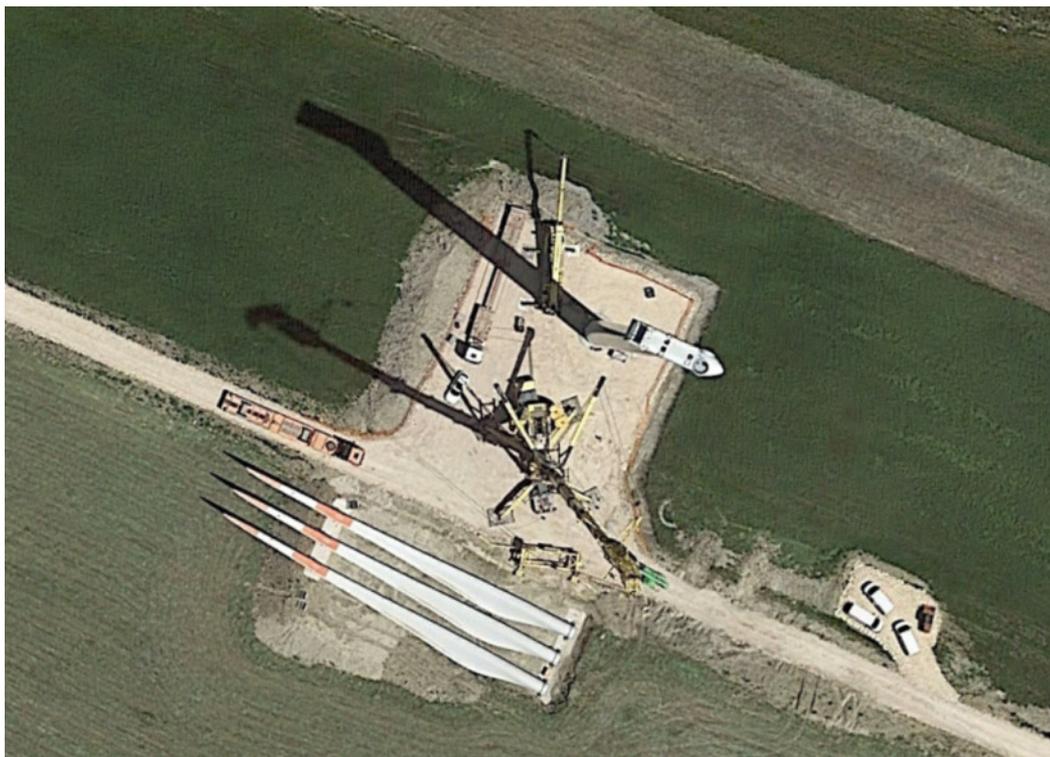


Figura 3.4 – esempio di piazzola in fase di costruzione

Per la realizzazione delle piazzole si procede con le seguenti fasi lavorative:

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

Si riporta di seguito una sezione tipo delle piazzole.

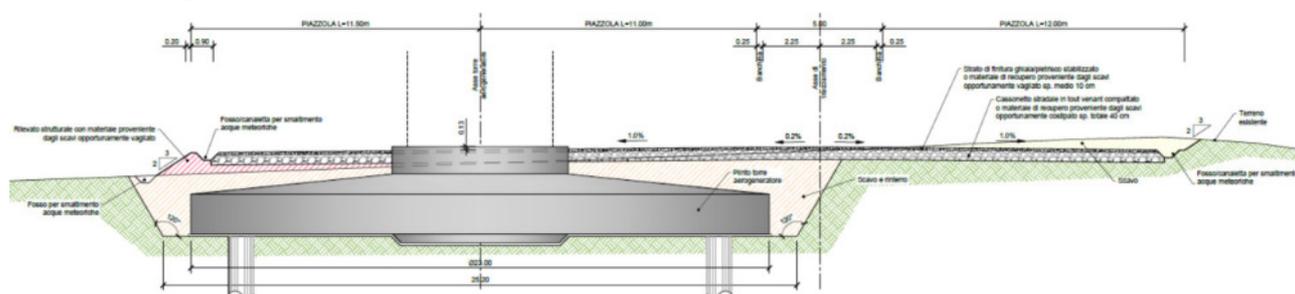


Figura 3.5 – Sezione tipo piazzole

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

- Area destinata al posizionamento della gru principale = 3 kg/cmq



- Area per lo stoccaggio degli elementi = 2 kg/cmq
- Punti di appoggio dei cavalletti per lo stoccaggio delle pale = 2 kg/cmq
- Le rimanti aree devono avere semplicemente una superficie più o meno piana e libera da ostacoli

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

Alla fine della fase di cantiere le dimensioni delle piazzole saranno ridotte a 50 x 30 m per un totale di 1500 mq, per consentire la manutenzione degli aerogeneratori stessi, mentre la superficie residua sarà rinverdata e mitigata.

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

3.5 AREE DI CANTIERE TEMPORANEE

Per quanto riguarda le aree destinate alla logistica di cantiere, al fine di assicurare adeguati spazi per lo stoccaggio dei materiali da costruzione e per il ricovero dei mezzi d'opera, si ritiene che potranno essere utilmente sfruttate le superfici piane approntate per il montaggio degli aerogeneratori in progetto.

Il materiale di risulta degli scavi riutilizzabile in cantiere verrà depositato provvisoriamente in prossimità della stessa area di lavoro o in apposite aree dedicate, allestite in corrispondenza delle piazzole di macchina. In particolare, sono state individuate n.2 aree, di forma pressoché rettangolare di circa 5250 mq, nei pressi della strada di accesso alle torri GD04÷GD05÷GD06 (via Strada Provinciale) e nei pressi della SP36 nel tratto compreso tra le torri GD09 e GD12.

I ferri di armatura delle fondazioni saranno depositati provvisoriamente in prossimità del luogo del loro utilizzo (piazzole degli aerogeneratori).

Al termine dei lavori tutte le aree di lavorazione saranno oggetto di interventi di ripristino ambientale finalizzati alla restituzione dei terreni al loro originario uso, in accordo con quanto descritto nella Relazione tecnica di progetto.

Per quanto riguarda il cantiere delle linee elettriche, in considerazione del loro sviluppo lineare, le terre e rocce da scavo saranno provvisoriamente collocate ai bordi dello scavo in attesa del loro reimpiego in cantiere o in altro sito o, in subordine, dello smaltimento in discarica.

Le recinzioni di cantiere non saranno fisse, ma verranno spostate secondo necessità con il procedere dei lavori.

3.6 PLINTI DI FONDAZIONE

I plinti di fondazione in calcestruzzo armato hanno la funzione di scaricare sul terreno il peso proprio e quello del carico di vento dell'impianto di energia eolica. Ad opera ultimata la fondazione risulterà totalmente interrata con materiale di cava o terra di riporto proveniente dagli scavi opportunamente rullata e compattata se ritenuta idonea, sulla superficie della terra verrà disposto uno strato di ghiaietto che ne permetterà il drenaggio superficiale e quindi la carrabilità. Le fondazioni saranno realizzate con calcestruzzo avente classe di resistenza variabile, C35/45 per il getto della prima fase e

C45/55 per il getto della seconda (sopralzo), come indicato nella relazione di calcolo preliminare e negli elaborati di progetto (2799_5298_GIUD_PD_T06_Rev0_TIPOLOGICO FONDAZIONI). Il getto della fondazione verrà realizzato su uno strato di magrone di pulizia con classe di resistenza C16/20 dello spessore minimo di 10 cm. Le armature saranno costituite da acciaio ad aderenza migliorata B450C.

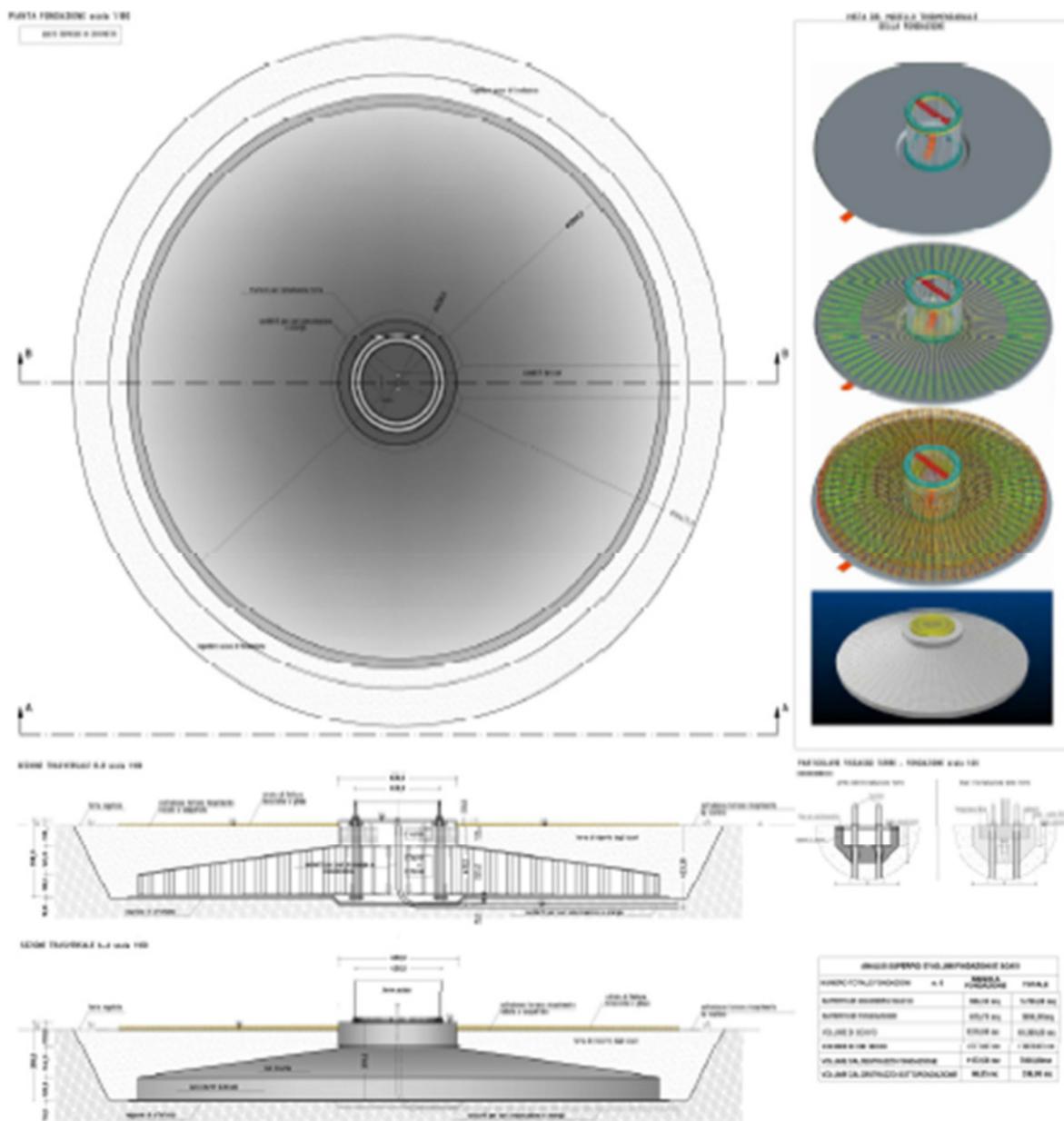


Figura 3.6 – Pianta e sezione tipo fondazioni

In questa fase di Progetto è stato previsto un plinto a base circolare del diametro di 22 m, con altezza massima di circa 3.86 m (3,50 m + 0,36 m nella parte centrale), posato ad una profondità massima di 3,37 m circa dal piano campagna finito e sporgente circa 13 cm dal piano finito. Il plinto di fondazione è composto, al netto dell'approfondimento centrale di posa dell'Anchor Cage e del magrone di fondazione, da una parte inferiore cilindrica (h = 1,80 m), una intermedia troncoconica (h = 0,80 m), ed una superiore cilindrica di altezza 1,10 m (sopralzo o colletto) che sporge dal piano campagna di circa 13 cm. Il sistema di connessione torre-fondazione è costituito da un doppio anello di tirafondi ad alta resistenza collegati inferiormente con una flangia circolare ed annegati nel calcestruzzo della fondazione e superiormente collegati a quella del primo concio della torre. Il colletto terminale alto 1,10 m permetterà oltre che di garantire la sporgenza da terra di 13 cm, anche di mantenere il grosso

della fondazione interrato di 1 m sotto il piano di campagna. Tale geometria consentirà, a fine vita in fase di dismissione, con semplici e minime operazioni di demolizione del solo sopralzo, di ottenere, come richiesto dalla normativa, un interrimento di almeno un metro della fondazione residua. Per la realizzazione del plinto di fondazione sarà effettuato uno scavo di profondità pari a 3,50 m rispetto al piano di campagna finito, accresciuto nella parte centrale di ulteriori 36 cm. La superficie di ingombro della fondazione è pari a circa 380 mq. Per il dimensionamento si è stato ipotizzato un aerogeneratore della potenza di 6.0 MW avente un'altezza massima del mozzo di 115 m dal piano di campagna e un diametro massimo del rotore di 170 m.

Il plinto sopra descritto poggerà su pali trivellati in c.a. con classe di resistenza C25/30 del diametro nominale di 1000mm e lunghezza pari a 25 m. I pali, in numero di 12, saranno disposti su una circonferenza di raggio 8,9 m in modo da assicurare una distanza dal bordo plinto pari a 150 cm. L'ancoraggio della torre alla fondazione garantirà la trasmissione sia delle forze che dei momenti agenti lungo tutte e tre le direzioni del sistema di riferimento adottato. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo preliminare e agli elaborati grafici di riferimento.

Tutti i calcoli eseguiti e la relativa scelta dei materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per garantire i necessari livelli di sicurezza o per rendersi consoni a modifiche subite nei tempi dell'iter autorizzativo.

Pertanto, quanto riportato nel presente progetto, potrà subire variazioni in fase di progettazione esecutiva, fermo restando le dimensioni di massima del sistema fondazionale.

Nella seguente immagine si riportano alcuni esempi delle fasi di costruzione dei plinti.



Realizzazione pali trivellati



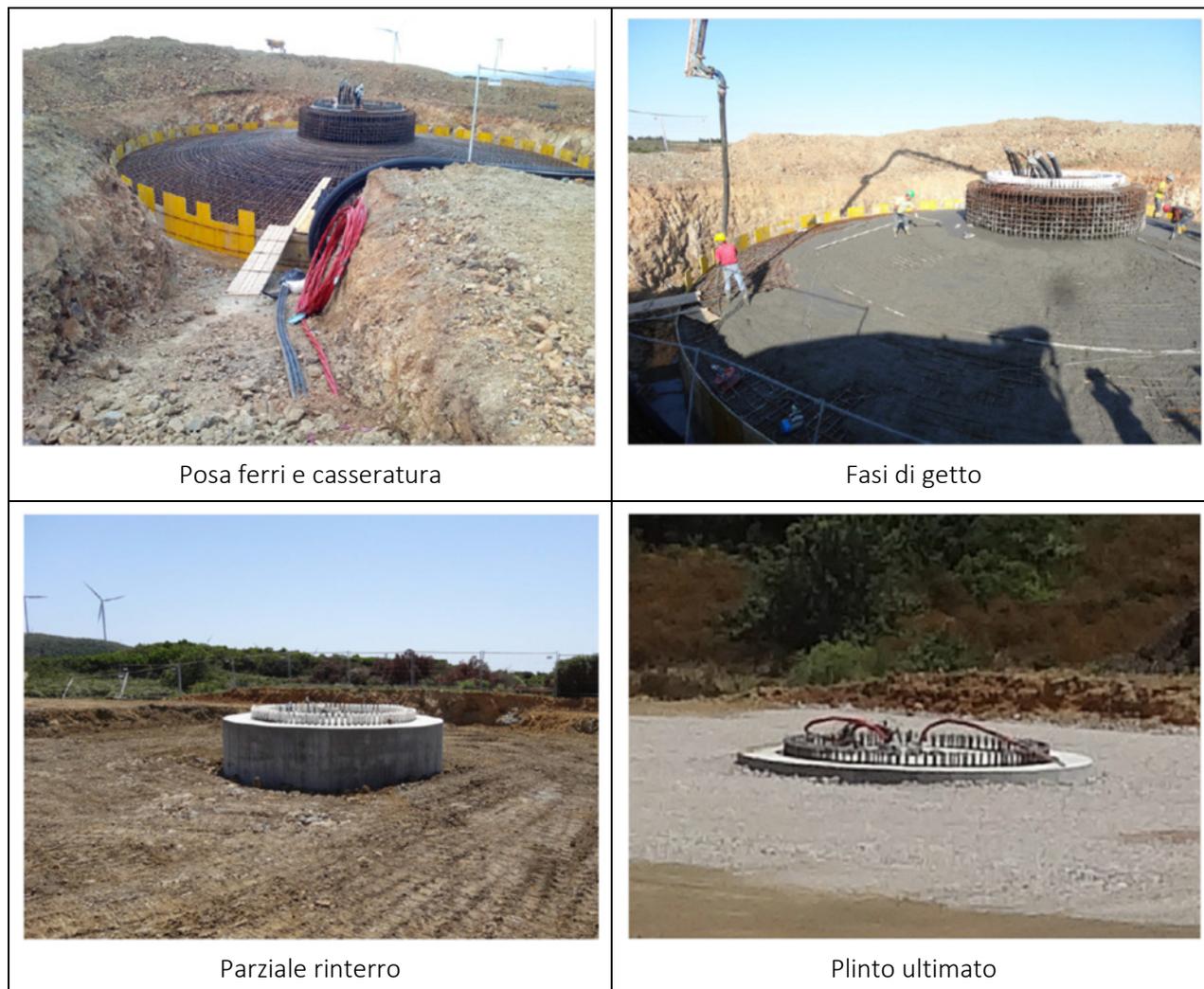
scavo



Scapitozzatura dei pali



Getto magrone di pulizia



Nella fondazione verranno alloggiati anche le tubazioni in pvc corrugato per i cavidotti e le corde di rame per i collegamenti della messa terra. Alla fine delle lavorazioni i basamenti dovranno risultare totalmente interrati e l'unica parte che dovrà emergere, per circa 13 cm, sarà il colletto in calcestruzzo che ingloba la ghiera superiore, alla quale andrà fissato il primo elemento tubolare della torre.

3.7 AEROGENERATORI

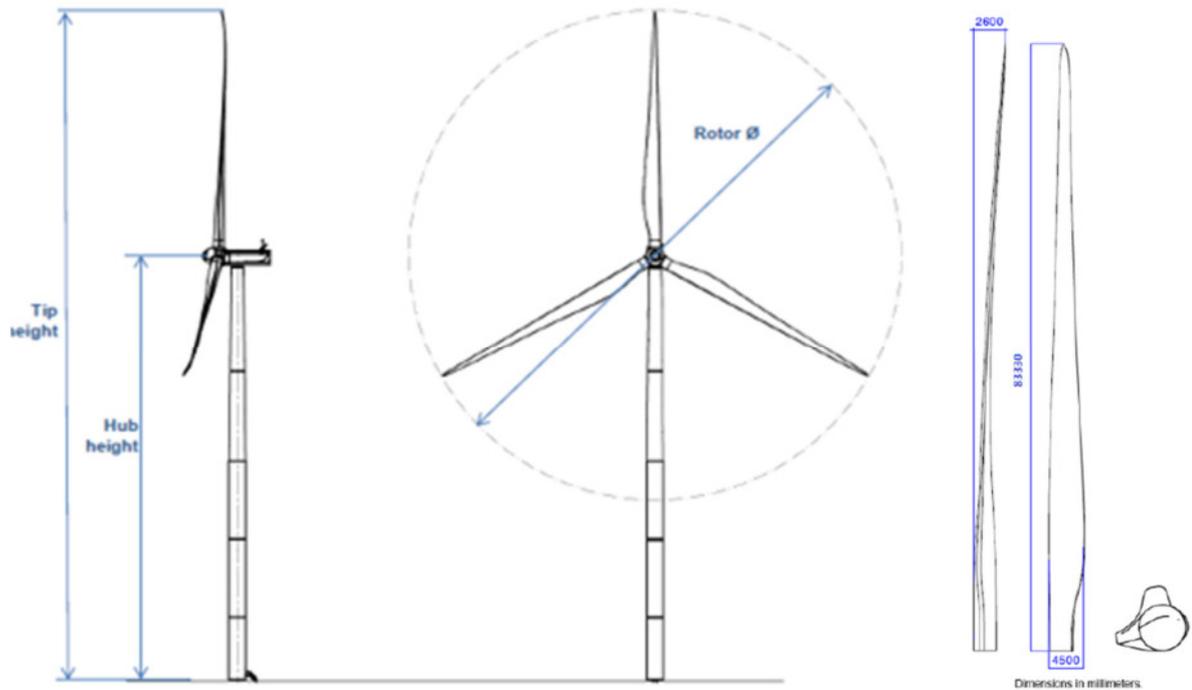
Un aerogeneratore ha la funzione di convertire l'energia cinetica del vento prima in energia meccanica e successivamente in energia elettrica.

Sostanzialmente un aerogeneratore è così composto:

- Un rotore, nel caso in esame a tre pale, per intercettare il vento
- Una "navicella" in cui sono alloggiati tutte le apparecchiature per la produzione di energia
- Un fusto o torre che ha il compito di sostenere gli elementi sopra descritti (navicella e rotore) posizionandoli alla quota prescelta in fase di progettazione

In questa fase progettuale l'aerogeneratore scelto è un Siemens-Gamesa della potenza nominale di 6.0 MW ad asse orizzontale. In fase esecutiva, in funzione anche della probabile evoluzione dei macchinari, la scelta dell'aerogeneratore potrà variare mantenendo inalterate le caratteristiche geometriche massime.

Di seguito si riporta uno schema grafico dell'aerogeneratore e della navicella.



Tip height=200m; hub height=115m; rotor diameter=170m; blade length=83.33m

Figura 3.7 - Struttura aerogeneratore

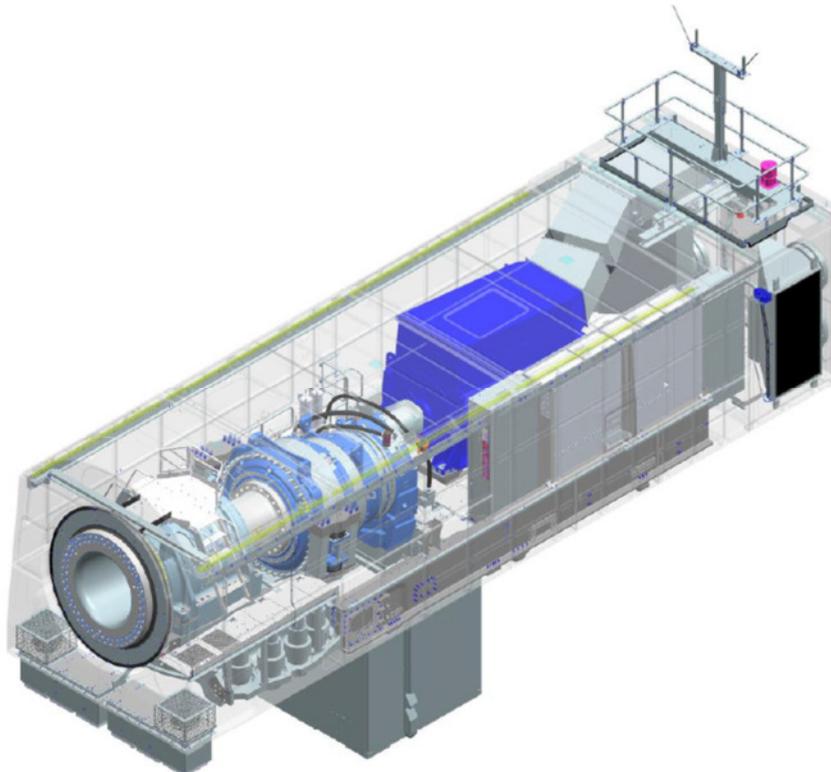


Figura 3.8 - Struttura navicella

All'interno della navicella sono alloggiati l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari. All'estremità dell'albero lento, corrispondente



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

Da un punto di vista elettrico schematicamente l'aerogeneratore è composto da:

- generatore elettrico;
- interruttore di macchina BT;
- trasformatore di potenza 30 kV/BT;
- cavo 30 kV di potenza;
- quadro elettrico di protezione 30 kV;
- servizi ausiliari;
- rete di terra.

Il generatore produce corrente elettrica in bassa tensione (BT) che viene innalzata a 30 kV da un trasformatore posto internamente alla navicella.

Infine, gli aerogeneratori saranno equipaggiati con un sistema di segnalazione notturna con luce rossa intermittente posizionato sulla sommità posteriore navicella dell'aerogeneratore, mentre la segnalazione diurna verrà garantita da una verniciatura della parte estrema delle pale con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m. L'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) potrà fornire eventuali prescrizioni concernenti la colorazione delle strutture o la segnaletica luminosa, diverse o in aggiunta rispetto a quelle precedentemente descritte.

3.8 OPERE IDRAULICHE

Tutte le piazzole e le strade in progetto, sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio, saranno dotate di un sistema di smaltimento delle acque meteoriche. In particolare verranno realizzate una serie di canalette in terra sul perimetro delle piazzole e ai lati delle strade avendo cura di dare continuità anche ad eventuali opere esistenti. Dove le canalette sopra citate si intersecano con la viabilità in progetto o con quella esistente verranno posati dei tombini in c.a..

Per un maggiore dettaglio sulle caratteristiche delle opere e sulla loro ubicazione planimetrica si rimanda agli elaborati di dettaglio ("2799_5298_GIUD_PD_R08_Rev0 RELAZIONEIDRAULICA", "2799_5298_GIUD_PD_R08_T01_Rev0 PLANIMETRIADRENAGGI" e "2799_5298_GIUD_PD_R08_T02_Rev0 ATTRAVERSAMENTIIDRAULICI").

3.9 CAVIDOTTI

Saranno realizzati tracciati di connessione mediante linee di cavo interrato a 30 kV e a 150 kV.

I cavidotti in progetto interesseranno:

- la linea di collegamento in AT tra lo stallo disponibile nella SE Terna 380/150 kV di futura realizzazione, e la SSE utente;
- le linee di collegamento tra la SSE utente e le torri del parco eolico, raggruppate in 4 cluster.

I tracciati di connessione sono riportati nell'elaborato grafico allegato al progetto denominato "2799_5298_GIUD_PD_T02_Rev0 PLANIMETRIA CAVIDOTTI SU CTR" e nella Figura 3.10.

I cavidotti di collegamento saranno realizzati lungo tracciati stradali esistenti e/o nuovi tratti in progetto. Oltre alle piste di nuova realizzazione, che uniranno le varie piazzole degli aerogeneratori con le strade pubbliche esistenti, si dovranno percorrere tratti delle strade interne al parco e ulteriori tratti di strade esterne.

Il tracciato dell'elettrodotto interrato è stato studiato al fine di assicurare il minor impatto possibile sul territorio, prevedendo il percorso all'interno delle sedi stradali esistenti e di progetto, attraversando invece i terreni agricoli al di fuori delle strade solo per un breve tratto.

Nel caso di posa su strada esistente, l'esatta posizione del cavidotto rispetto alla carreggiata sarà opportunamente definita in sede di sopralluogo con l'Ente gestore in funzione di tutte le esigenze richieste dallo stesso; pertanto, il percorso su strada esistente (rispetto alla carreggiata), indicato negli elaborati progettuali, è da intendersi indicativo. In ogni caso, ove possibile, si privilegerà la posa nelle fasce di pertinenza stradale, al di fuori della carreggiata, e possibilmente alla massima distanza dal margine della stessa.

Gli attraversamenti sotterranei in corrispondenza dei quali non è possibile effettuare lo scavo a cielo aperto saranno effettuati con la tecnica della "trivellazione orizzontale controllata" (T.O.C.) mediante l'impiego di macchine spingitubo o similari che utilizzano tubi di acciaio o in Polietilene ad Alta Densità (PEAD).

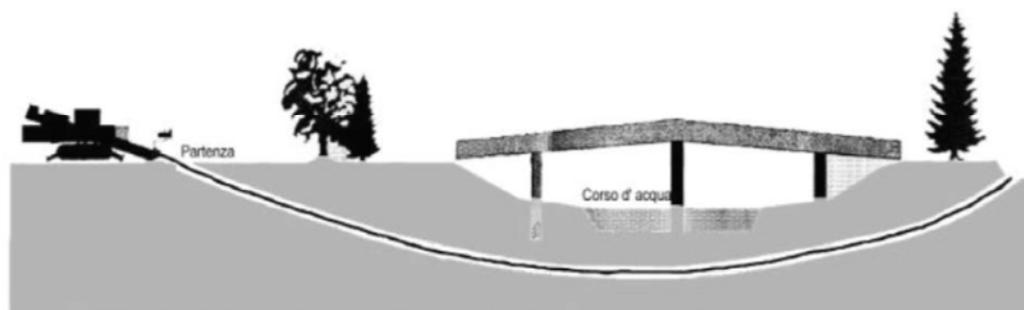


Figura 3.9: esempio tipico di trivellazione orizzontale controllata

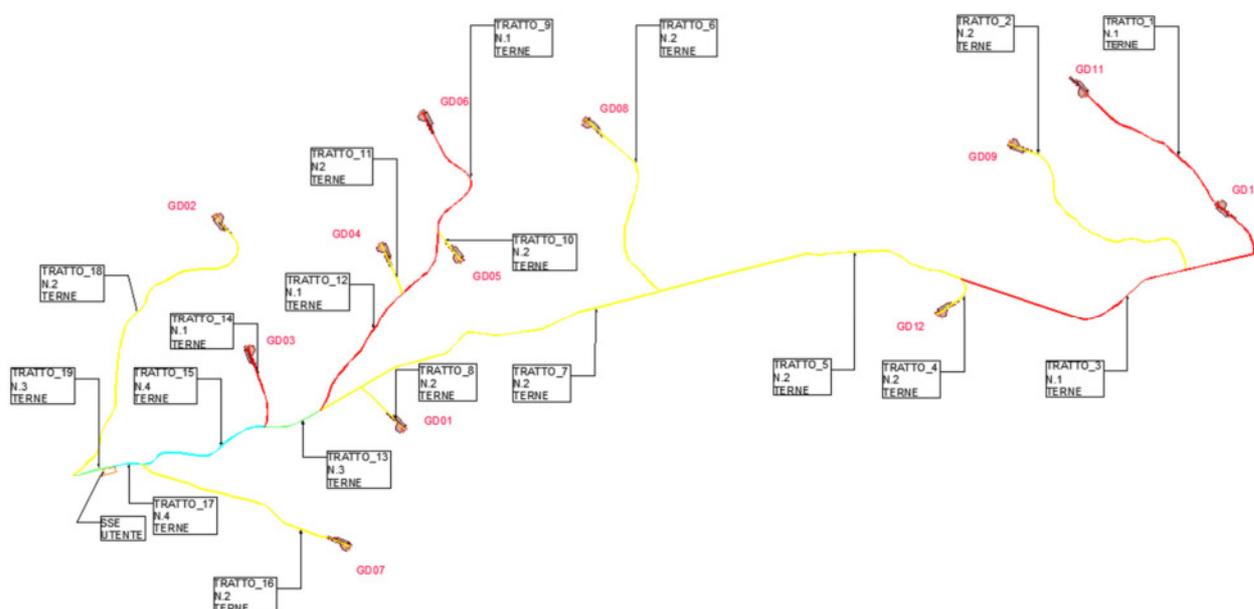
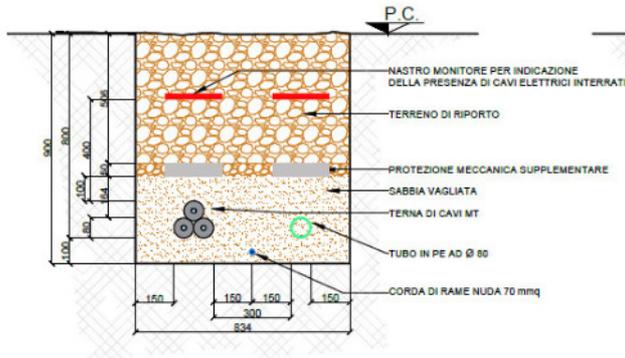
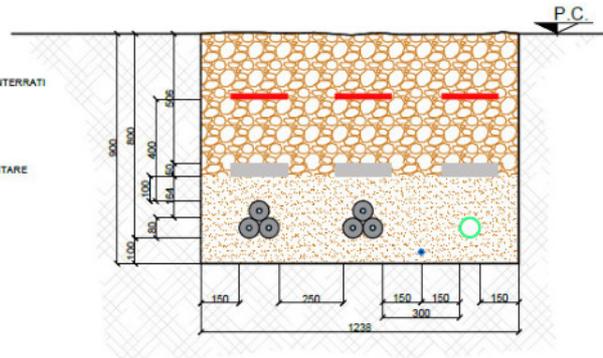


Figura 3.10 – tracciato cavidotto MT (rosso=1 terna; giallo=2 terne; verde=3 terne; ciano=4 terne)

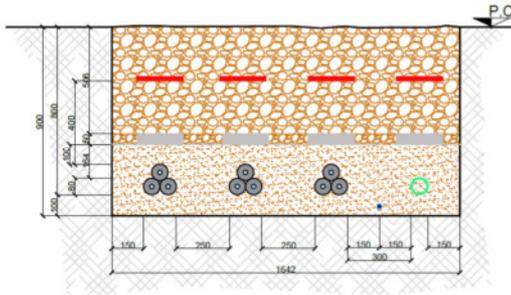
TIPICO SEZIONE DI SCAVO
POSA DI SINGOLA TERNA DI CAVI MT,
LINEE DI SEGNALE E CORDA DI RAME NUDA INTERRATI



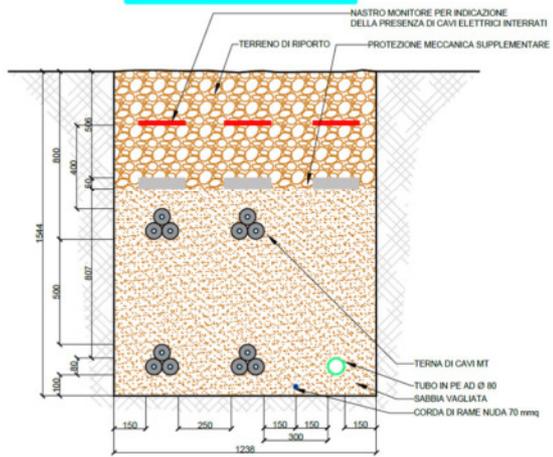
TIPICO SEZIONE DI SCAVO
POSA DI n.2 TERNE DI CAVI MT,
LINEE DI SEGNALE E CORDA DI RAME NUDA INTERRATI



TIPICO SEZIONE DI SCAVO
POSA DI n.3 TERNE DI CAVI MT,
LINEE DI SEGNALE E CORDA DI RAME NUDA INTERRATI



TIPICO SEZIONE DI SCAVO
POSA DI n.4 TERNE DI CAVI MT,
LINEE DI SEGNALE E CORDA DI RAME NUDA INTERRATI



TIPICO SEZIONE DI SCAVO
POSA DI SINGOLA TERNA DI CAVI AT
E LINEE DI SEGNALE

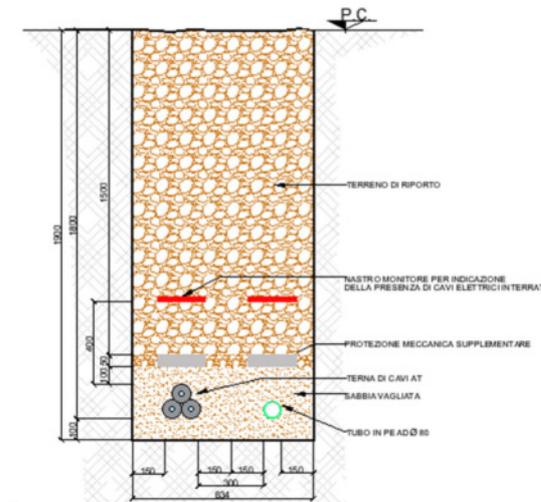


Figura 3.11 – sezioni tipo cavidotti MT e AT



La rete a 30 kV sarà realizzata utilizzando cavi unipolari del tipo ARE4H5R (o equivalente) con conduttore in alluminio, con formazione tripolare a trifoglio. Le caratteristiche elettriche di portata e resistenza dei cavi in alluminio sono riportate nella Tabella 3.3 (portata valutata per posa interrata a 1,2 m di profondità, temperatura del terreno di 20° C e resistività termica del terreno di 1,5 K m /W)

Tabella 3.3: Sezioni e caratteristiche cavi elettrici

Sezione [mm²]	Portata [A]	Resistenza [Ohm/km]
150	328	0,262
500	643	0,084
630	735	0,061

Detto elettrodotto sviluppa una lunghezza di circa 39 km di cui circa 21 km di collegamento tra le varie turbine (incluso un tratto della SP36) in media tensione MT e circa 18 km di connessione in AT tra la stazione utente posta a valle della turbina GD02 e la futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione.

Nella seguente tabella si riassumono i vari tratti di cavidotto con alcuni dati significativi.

Tabella 3.4: segmenti cavidotto AT

SEGMENTO	N° TERNE	SEZIONE	LUNGHEZZA (m)	TIPOLOGIA STRADA	FINITURA
1	1	0,85 x 1,90	4115,6	Esistente (SP35 e SP36)	asfalto
2	1	0,85 x 1,90	694	Esistente	sterrata
3	1	0,85 x 1,90	8798	Esistente	asfalto
4	1	0,85 x 1,90	1122,9	Esistente	sterrata
5	1	0,85 x 1,90	1221	Esistente	asfalto
6	1	0,85 x 1,90	1819,3	Esistente	sterrata

Tabella 3.5: segmenti cavidotto MT

SEGMENTO	N° TERNE	SEZIONE	LUNGHEZZA (m)	TIPOLOGIA STRADA	FINITURA
1a	1	0,85 x 0,90	1537	Esistente da adeguare	sterrata
1b	1	0,85 x 0,90	498,5	Esistente (SP36)	asfalto
2	2	1,25 x 0,90	1625,8	Esistente da adeguare	sterrata
3	1	0,85 x 0,90	1609,7	Esistente (SP36)	asfalto
4	2	1,25 x 0,90	326,3	Nuova realizzazione	sterrata
5	2	1,25 x 0,90	2049,6	Esistente (SP36)	asfalto
6	2	1,25 x 0,90	1381,8	Nuova realizzazione/Esistente da adeguare	sterrata
7	2	1,25 x 0,90	2416,5	Esistente (SP36)	asfalto
8	2	1,25 x 0,90	398,2	Nuova realizzazione	sterrata
9	1	0,85 x 0,90	1490,3	Nuova realizzazione/Esistente da adeguare	sterrata
10	2	1,25 x 0,90	239,9	Nuova realizzazione	sterrata
11	2	1,25 x 0,90	356	Nuova realizzazione	sterrata
12	1	0,85 x 0,90	944,5	Esistente da adeguare	sterrata
13	3	1,65 x 0,90	398,1	Esistente (SP36)	asfalto
14	1	0,85 x 0,90	549,4	Nuova realizzazione	sterrata
15	4	1,25 x 1,55	887,2	Esistente (SP36)	asfalto
16	2	1,25 x 0,90	1484	Esistente da adeguare	sterrata
17	4	1,25 x 1,55	184,7	Esistente (SP36)	asfalto
18	2	1,25 x 0,90	2325,3	Nuova realizzazione/Esistente da adeguare	sterrata
19	3	1,65 x 0,90	272,7	Esistente (SP36)	asfalto

Riassumendo, per il collegamento tra i 12 aerogeneratori e la stazione utente e per la connessione la stazione utente e la SE della rete nazionale sarà necessario realizzare circa 21 km (MT) + 18 km (AT) di cavidotti interrati con una profondità minima di 0,90 m e massima 1,90 m una larghezza compresa tra un minimo di circa 0,85 m e un massimo di circa 1,65 m.

Lo scavo ospiterà, da 1 a 4 terne di cavi unipolari in formazione tripolare di tipo adatto per posa direttamente interrata, 1 tubo dal diametro di 80 mm per la rete di controllo degli aerogeneratori e una corda di rame nuda di sezione 70 mm².

La corda di rame nuda succitata percorrerà l'intera lunghezza dei cavidotti e si collegherà all'anello della rete di terra di ciascun aerogeneratore presente nel parco.



Salvo particolari impedimenti, lo scavo del cavidotto verrà realizzato ad una delle estremità della sede stradale.

Di seguito si riassumono le principali fasi esecutive:

- Apertura dello scavo a sezione obbligata (profondità minima di 0,90 m massima 1,90 m e larghezza compresa tra un minimo di circa 0,85 m e un massimo di circa 1,65 m);
- Stesura di un primo strato di sabbia (circa 10 cm);
- Posa in opera dei vari cavi alle diverse quote di progetto e ultimazione ricoprimento con sabbia vagliata;
- Stesura di un secondo strato di sabbia (circa 10 cm);
- Posa di una protezione meccanica supplementare realizzata con gettata di magrone (circa 5 cm);
- Rinterro parziale con materiale proveniente dagli scavi con inframezzati nastri segnalatori;
- Posa del pacchetto di rifinitura in funzione della tipologia della superficie (se richiesto).

Per maggiori e più precise informazioni si rimanda alle relazioni e agli elaborati grafici dedicati alla connessione.

3.10 SISTEMA DI CONNESSIONE

In base alla soluzione di connessione del gestore della rete (STMG TERNA/P202101619 del 21/10/2021), l'impianto in esame, costituito da N° 12 aerogeneratori, sarà collegato in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius".

Il sistema di connessione previsto in progetto, riguardante il collegamento degli aerogeneratori alla SE, comprende quindi la realizzazione delle seguenti opere:

- Cavidotto 150 kV, composto da una linea di lunghezza pari a circa 20 km, che collegherà la stazione utente di trasformazione 30/150 kV con lo stallo 150 kV che sarà disponibile nella SE Terna;
- Stazione utente di trasformazione 30/150 kV;
- Cabina MT SSE utente adiacente alla stazione utente di trasformazione;
- Cavidotto 30 kV, composto da 4 linee provenienti ciascuna da un cluster del parco eolico per il collegamento elettrico degli aerogeneratori con la cabina MT SSE utente interna all'area di impianto;
- Rete di monitoraggio in fibra ottica per il controllo della rete elettrica e dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.

I cavidotti saranno installati all'interno di scavi in trincea (vedi paragrafo precedente) principalmente lungo la viabilità esistente e lungo le piste di nuova realizzazione a servizio del parco eolico.

Partendo dalle condizioni a contorno individuate nel paragrafo, si sono studiate le caratteristiche dell'impianto elettrico con l'obiettivo di rendere funzionale e flessibile l'intero parco eolico, gli aerogeneratori sono stati collegati con soluzione "entra-esce". Gli aerogeneratori sono stati raggruppati in funzione del percorso dell'elettrodotta, per contenere le perdite ed ottimizzare la scelta delle sezioni dei cavi stessi.

I percorsi delle linee, illustrati negli elaborati grafici, potranno essere meglio definiti in fase esecutiva.

All'atto dell'esecuzione dei lavori, i percorsi delle linee elettriche saranno accuratamente verificati e definiti in modo da:

- evitare interferenze con strutture, altri impianti ed effetti di qualunque genere;



- evitare curve inutili e percorsi tortuosi;
- assicurare una facile posa del cavo;
- effettuare una posa ordinata e ripristinare la condizione ante-operam.

Il percorso di ciascuna linea della rete di raccolta è stato individuato sulla base dei seguenti criteri:

- minima distanza;
- massimo sfruttamento degli scavi delle infrastrutture di collegamento da realizzare;
- migliore condizione di posa (ossia, in presenza di forti dislivelli tra i due lati della strada, si è cercato di evitare la posa dei cavi elettrici dal lato più soggetto a frane e smottamenti contenendo, comunque, il numero di attraversamenti).

Per le reti presenti in questo progetto non è previsto alcun passaggio aereo.

3.11 SOTTOSTAZIONE UTENTE

Di seguito si descrive brevemente la configurazione della SSE utente AT/MT 150/30kV che sarà collegata, tramite cavidotto in AT, alla stazione Terna.

La stazione elettrica sarà costituita essenzialmente da:

- sezione in aria con trasformatore AT/MT 150/30/30kV 90/110 MVA ONAN/ONAF YNd dotato di sistema di regolazione automatica della tensione e neutro a terra la AT e di vasca per la raccolta dell'olio; isolatori in RIP con contenuto silicico composto >30%,
- un sistema sbarre in aria AT 150kV;
- uno stallo di connessione della linea in AT di alimentazione verso SE Terna, costituito dalle seguenti principali terne di apparati: CAVO di connessione da SSE utente, terminali cavo AT, sezionatore a pantografo, TV induttivo a più secondari, TA a più secondari, Interruttore, scaricatori di sovratensione e conta scariche (lato SSE e lato trasformatore AT/MT), sezionatore di terra
- una sezione MT 30 kV, allestita con gli apparati di sezionamento, controllo e misura, per il collegamento agli aerogeneratori.



4. FASI ESECUTIVE

Terminato l'iter autorizzativo si potrà procedere alla realizzazione del progetto che può essere schematizzata come segue:

- Progettazione Esecutiva delle opere Civili, Strutturali e degli impianti Elettrici e Meccanici
- Definizione delle proprietà ed acquisizione delle aree (in modo temporaneo o definitivo in base agli accordi)
- Preparazione delle aree di cantiere con l'attribuzione degli spazi destinati a ciascuna figura professionale coinvolta
- Tracciamento e realizzazione della viabilità di servizio con i relativi scavi e riporti
- Tracciamento delle piazzole di servizio per la costruzione di ciascun aerogeneratore con i relativi scavi e riporti
- Realizzazione delle opere di fondazione (pali e plinti)
- Realizzazione dei cavidotti
- Montaggio delle torri
- Posa in opera dei quadri elettrici, dei sistemi di controllo ausiliari e collegamenti degli stessi
- Realizzazione delle opere edili/civili per la cabina di smistamento
- Allacciamento delle diverse linee del parco
- Avviamento e collaudo del parco
- Dismissione del cantiere
- Realizzazione opere di ripristino ed eventuali opere di mitigazione.

Per quanto sopra descritto si ipotizza siano necessari circa 20 mesi la costruzione dell'impianto fino alla fase di start up, più circa due mesi di avvio impianto.

ID	Task	Giorni	Mesi/Settimane																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	rilievi, indagini in sito, prove di lab.	20	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
2	ingegneria esecutiva	40	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
3	approvvigionamento materiali	60	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
4	allestimento cantiere	60	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
5	adeguamenti strade esistenti	90	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
6	realizzazione nuove strade/piste	65	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
7	realizzazione fondazioni	75	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
8	trasporto aerogeneratori	60	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
9	montaggio aerogeneratori	180	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
10	realizzazione elettrodotti	190	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
11	adeguamento cabina primaria	190	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
12	collaudi	30	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
13	start up	0																						
14	avvio impianto eolico	30	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	

Figura 4.1 - Cronoprogramma



5. DIMISSIONI

5.1 DIMISSIONE OPERE DI CANTIERE

Al termine dei lavori di costruzione la maggior parte delle aree impegnate in fase di cantiere verranno ripristinate al loro stato originario o rinverdate e mitigate. Gli interventi di dismissione riguarderanno tutte le aree realizzate durante il cantiere per permettere il passaggio, la movimentazione e lo stoccaggio di tutte le componenti di grandi dimensioni. Saranno quindi rinverdate e mitigate tutte quelle aree utilizzate, ad esempio, per lo stoccaggio delle pale, per il posizionamento delle gru principali e ausiliare e per tutte le aree riservate alla logistica. Saranno rimossi anche tutti gli allargamenti delle strade e delle piste non necessari per il transito dei mezzi di manutenzione ordinaria.

Le piazzole in corrispondenza dei vari aerogeneratori verranno ridotte sensibilmente raggiungendo una superficie di circa 30 m x 50 m.

Le scarpatine sia della viabilità sia delle piazzole saranno oggetto di interventi di rinverdimento con specie arbustive ed arboree compatibilmente con la destinazione ad uso agricolo della maggior parte dei terreni su cui insiste il parco. Le opere di rinverdimento delle superfici hanno la duplice funzione di attenuare gli impatti sull'ambiente circostante ma anche la funzione contrastare i fenomeni erosivi.

Oltre alle opere a verde sopra citate, al termine dei lavori, saranno sistemate anche le strade esistenti procedendo al rifacimento di eventuali cassonetti ceduti nonché al ripristino dei manti stradali.

Infine, vista la natura prevalentemente agricola della zona, si dovrà procedere al ripristino delle aree in precedenza coltivate o adibite a pascolo con una rimessa a coltura dei terreni. Tutte le operazioni di messa a coltura saranno effettuate, seguendo le tempistiche e gli accorgimenti dettati dalla classica tecnica agronomica locale.

5.2 DIMISSIONE IMPIANTO

Mediamente la vita utile di un impianto eolico è stimata tra 25 e i 30anni. Al termine di questo periodo sono possibili due scenari:

- a. ripotenziamento dell'impianto (repowering), con conseguente installazione di nuove e solitamente più performanti macchine previo nuovo iter autorizzato e riprogettazione
- b. dismissione dell'impianto (decommissioning), che comporta lo smantellamento quasi totali delle opere realizzate in fase costruttiva

Nell'ipotesi di attuazione dello scenario b) le operazioni di dismissione relative ad un parco eolico, risultano piuttosto semplici e soprattutto sono ripetitive, vista la tipologia dell'impianto che risulta modulare in quanto costituito da un determinato numero di unità produttive (aerogeneratori) assolutamente identiche l'una all'altra.

Il decommissioning dell'impianto prevede pertanto, sulla base di un programma preventivamente definito, la disinstallazione di ognuna delle unità produttive con mezzi ed equipaggiamenti appropriati, e successivamente si procede per ogni macchina, al disaccoppiamento e alla separazione dei suoi macro componenti (generatore, mozzo, fusti metallici torre, etc.).

Da questa operazione verranno selezionati i componenti:

- riutilizzabili
- riciclabili
- da rottamare secondo le normative vigenti
- materiali plastici da trattare secondo la natura dei materiali e le normative vigenti.

La prima operazione riguarda la disattivazione dell'impianto eolico con conseguente sospensione dell'immissione in rete dell'energia elettrica prodotta, a cui segue il disassemblaggio degli



aerogeneratori mediante utilizzo di autogrù di portata opportuna, che vengono impiegate per la rimozione del mozzo (pale comprese), della navicella, e della torre.

A seguito dello smobilizzo delle macchine dal territorio, si procede con la rimozione, ovvero con la demolizione delle opere di fondazione superficiale (plinti) come riportato, e la rimozione dei singoli elementi accessori costituenti il parco (cavi di connessione, cabine elettriche ecc.).

Le misure di ripristino interesseranno anche le strade e le piazzole, che saranno ripristinate a seconda delle prescrizioni contenute negli atti autorizzativi e nelle convenzioni stipulate con le amministrazioni Comunali; le operazioni di ripristino saranno modulate attraverso la ricopertura integrale con trattamenti naturali e eventualmente rilavorate con trattamenti addizionali, per il riadattamento al terreno e l'adeguamento al paesaggio. Per facilitare e velocizzare le opere di inerbimento delle superfici, saranno stesi materiali vegetali sulla superficie delle stesse vie di accesso e piazzole.

La dismissione interesserà anche le aree e le opere relative alla sottostazione elettrica. Si procederà allo smantellamento delle apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche, alla disinstallazione dei trasformatori con relativo trasporto e smaltimento, alla demolizione della struttura in elevazione della stazione e della relativa base di fondazione con conferimento a discarica autorizzata del materiale, ed, infine, allo scavo per la rimozione del materiale costituente il rilevato per il piano di posa di fondazione della sottostazione.

Tutte le operazioni comportano un ripristino della situazione ante operam.

Le attività dovranno avvenire nel pieno rispetto delle norme di sicurezza ai sensi del D.Lgs. 81/08 s.m.i. "Testo Unico in materia di Salute e Sicurezza dei Lavoratori", e in conformità con i requisiti delle normative ambientali ovvero del D.Lgs 152/06 s.m.i. "T.U. Ambiente".

Di seguito si riporta un elenco delle principali lavorazioni da svolgere, dettagliatamente descritte nell'elaborato dedicato "2799_5298_GIUD_PD_R20_Rev0_PIANO DI DISMISSIONE".

- Disattivazione dell'impianto eolico e prime attività preliminari di dismissione
- Rimozione degli aerogeneratori
- Demolizione dei plinti di fondazione delle torri
- Rimozione dei rilevati delle piazzole e delle strade di servizio
- Dismissione della sottostazione elettrica
- Sistemazioni generali delle aree
- Sistemazioni a verde/ripristino dei terreni a coltivo

Complessivamente si stima che il costo totale delle opere di disattivazione e smantellamento sia pari a circa euro € 4.115.758,38. Il dettaglio dei costi è riportato nel computo metrico allegato al Piano di dismissione.



6. COSTI

Si riporta di seguito il quadro economico per la realizzazione e dismissione dell'opera.

Tabella 6.1: Quadro economico

GIUDECCA WIND S.R.L. - 72 MWp				
QUADRO ECONOMICO				
DESCRIZIONE	Importo (€)	IVA %	Importo IVA (€)	Importo totale € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI				
A.1) Interventi previsti	€ 98.775.562,71	10%	€ 9.877.556,27	€ 108.653.118,98
A.2) Oneri per la sicurezza	€ 191.370,15	10%	€ 19.137,02	€ 210.507,17
A.3) Opere di mitigazione	€ 102.071,04	10%	€ 10.207,10	€ 112.278,14
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	€ 150.000,00	22%	€ 33.000,00	€ 183.000,00
A.5) Opere connesse (STMG)	€ 99.675,00	22%	€ 21.928,50	€ 121.603,50
TOTALE A	€ 99.318.678,90			€ 109.280.507,79
B) SPESE GENERALI				
B.1) Spese tecniche (Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, alle conferenze dei servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità)	€ 1.986.373,58	22%	€ 437.002,19	€ 2.423.375,77
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	€ 180.000,00	22%	€ 39.600,00	€ 219.600,00
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€ 150.000,00	22%	€ 33.000,00	€ 183.000,00
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti	€ 120.000,00	22%	€ 26.400,00	€ 146.400,00
B.5) Oneri di legge su spese tecniche (B.1, B.2, B.3 e B4)	€ 97.454,94	22%	€ 21.440,09	€ 118.895,03
B.6) Imprevisti 1%	€ 993.186,79	22%	€ 218.501,09	€ 1.211.687,88
B.7) Spese varie	€ 4.115.758,38	22%	€ 905.466,84	€ 5.021.225,22
TOTALE B	€ 7.642.773,69			€ 9.324.183,90
COSTO TOTALE REALIZZAZIONE (A+B)	€ 106.961.452,59			€ 118.604.691,69

Per la descrizione dettagliata delle singole voci e dei relativi prezzi delle fasi realizzative si rimanda all'elaborato "2799_5298_GIUD_PD_R02_Rev0_CME" mentre per le voci inerenti alle fasi di dismissione si fa riferimento al documento "2799_5298_GIUD_PD_R20_Rev0_PIANODISMISIONE" ed al relativo computo allegato.



ALLEGATO 01 - SGRE ON SG 6.6-170 Site Roads and Hardstands

Site Roads and Hardstands

SG 6.6-170

Document ID and revision	Status	Date (yyyy-mm-dd)	Language
D3120697/003	Approved	2022-08-24	en-US

Original or translation of
Original

File name
D3120697_003 SGRE ON SG 6.6-170 Site Roads and Hardstands.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.

Table of contents

1. Aim and scope	2
2. Definitions and acronyms	4
3. Description.....	5
4. Additional documentation	28
5. Annexes	29

1. Aim and scope

The aim of this specification is to describe the minimum geometrical requirements of the roads and hardstands 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	4	6.6	SG170
T110.5	6	6.6	
T115	5	6.6	
T135	6	6.6	
T145	6	6.6	
T150	7	6.6	
T155	7	6.6	
T165	8	6.6	
T165MB	2	6.6	

Table 1. WTG models

Tower	STG3	STG4 (SGRE Standard)
T100	✓	✓
T110.5	✓	✓
T115	✓	✓
T135	✓	✓
T145	✓	✓
T150	✓	✓
T155	✓	✓
T165	✓	✓
T165MB	✓	✓

Table 2. SGRE strategies

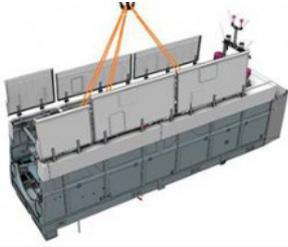
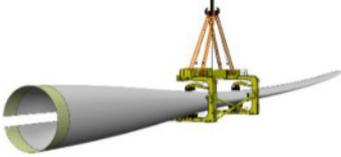
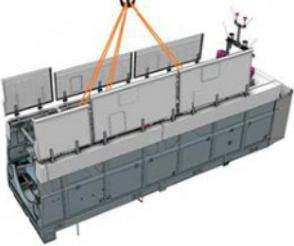
Strategy	Nacelle	DT	Hub	Blade
Strategy 3	Modular 	DT/Hub 		Blade To Blade (SBI) 
Strategy 4	Modular 	DT 	Hub 	BladeTo Blade (SBI) 

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 Crawler Crane
WTC	Wide-Track Crawler 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:

$$E = \frac{\pi \cdot (1 - v^2)}{3} \cdot E_{v2}$$

- E: elasticity module
- v: 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.

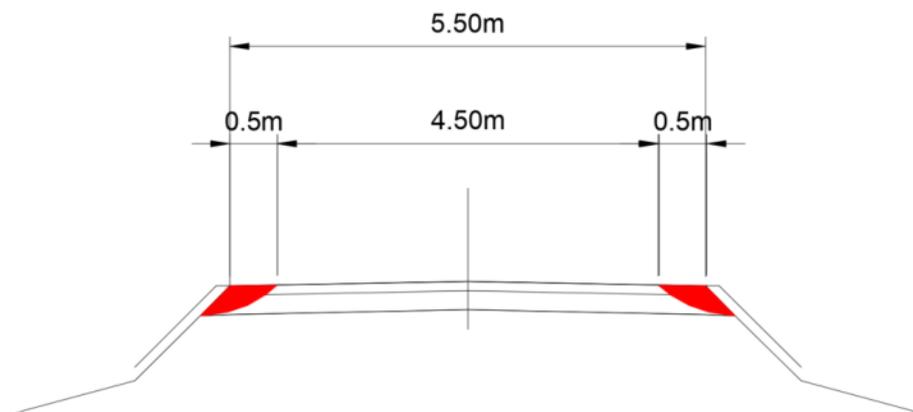
3.1.4. Road width

The road width will vary for curves according to the following section 3.1.5. Curve widening – General.

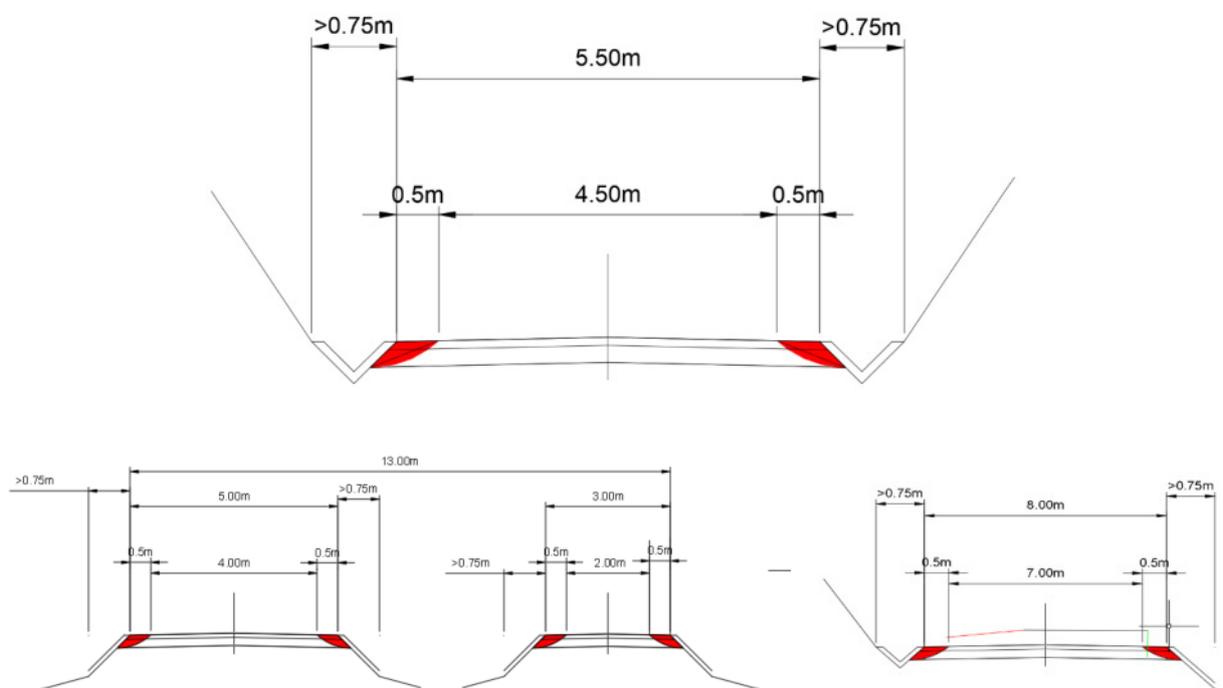
Minimum road width	
A. Wind farm access road transportation of components	<p>As a minimum and usable 4.5m* + 2 x 0.50m of obstacles in straight sections.</p> <p>As a minimum and usable 5.0m* + 2 x 0.50m free of obstacles in curves.</p> <p>As a minimum and usable 5.5m* + 2 x 0.50m free of obstacles in case of reverse driving.</p>
B. Internal wind farm road with crane movement	<p>Pneumatic Crane</p> <p>As a minimum and usable 4.5m + 2 x 0.75m free of obstacles</p>
	<p>WTC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usable 12 to 14m* • 4m + 3m parallel tread (making 12 to 14 m)
	<p>NTC</p> <p>As a minimum and usable 7m</p>
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)	<p>As a minimum and usable 5m + 2 x 0.8m free of obstacles</p>
<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>There may be more limitations on the use of road width project specific. On the one hand, the safety distances or calculation limitations on the edge of high embankments and on the other hand, the possibility of splitting the road into two parts for crawling with WTC cranes. These should be mentioned by the wind farm designer.</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)

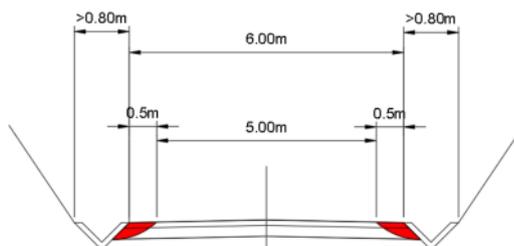


Figure 1. Minimum road width in access and internal roads

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. Curve widening – 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 widening.

The following example table is completed for each model with these widths:

- A: Road width
- SAE: Exterior widening
- SAI: Interior widening
- De: Entrance widening development
- Ds: Exit widening development

RADIUS - ANGLES					
	90°				
	A	SAe	SAi	De	Ds
R35	7	24	11	1	20
R40	...	...	...	...	...
R45	...	...	...	...	...



Figure 2. Curve widening

The conclusions of the study will be reflected in a table where:

- A: 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
- R35: Represents the radius curve at the centre of the road
- 60°: Represents the angle formed by two straight sections of road joined by a curve of a given radius

- De: Distance from the first point of tangency to the beginning of the widening
- Ds: Distance from the end of the widening to the second point of tangency

The transport vehicles used to transport various components of the turbine up to the site should be equipped with self-steering rear axles in those countries and projects where this type of equipment is feasible.

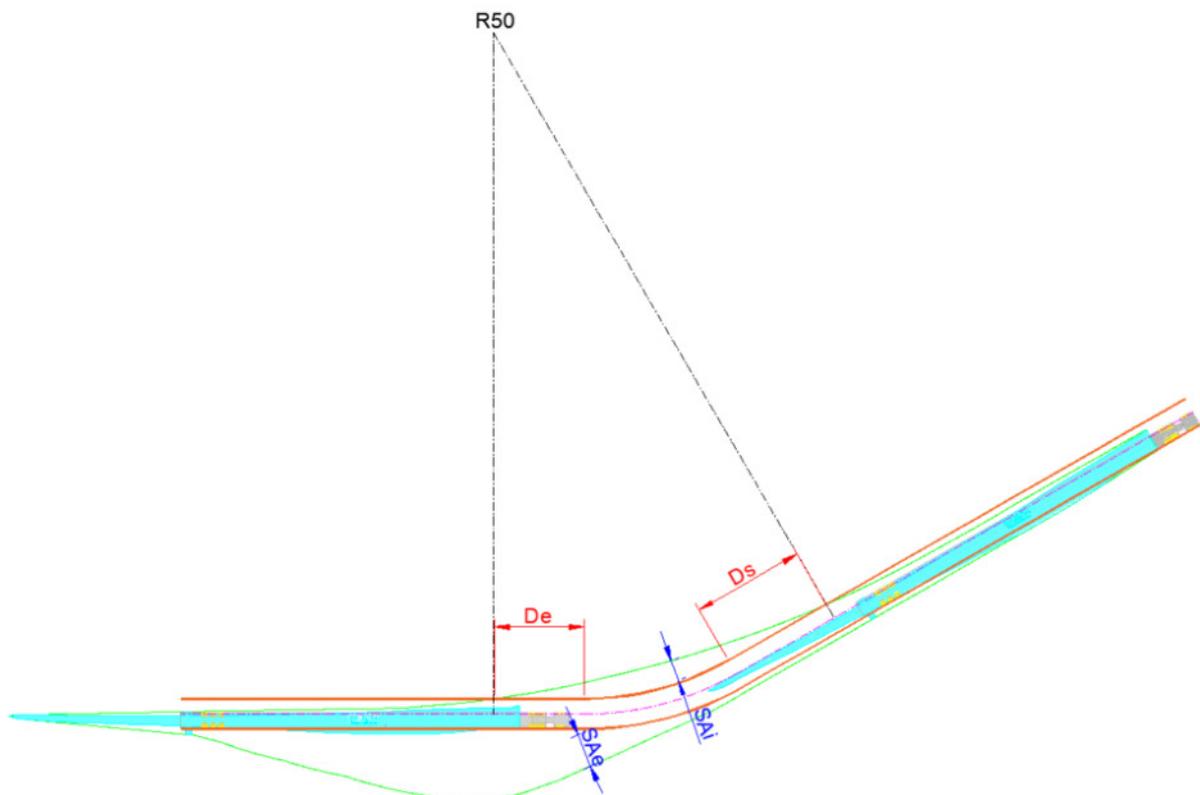
A study for guidance was made taking in to account an estimate vehicle (General vehicle). Each region will provide a study of curve radius with its most restrictive vehicles. As an example in the **5.1 Transport requirements**, the general results analysis for turbine model is included. This example should not be used as the values are not updated.

Besides, per each specific project, inner and outer widening for each curve along the route should be studied per transport simulation.

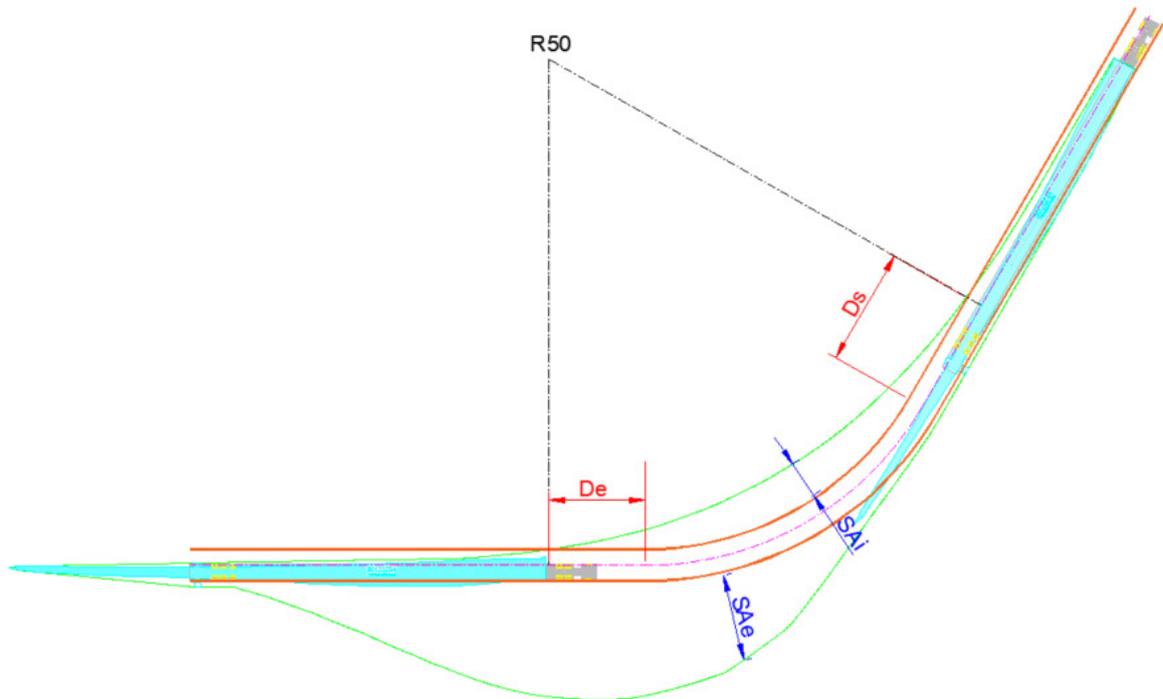
SGRE has available curve widening table for each region with a generic transport, which should be validated project by project.

Below are three examples to follow for the definition of curve widening. Final drawings are to be submitted by the region.

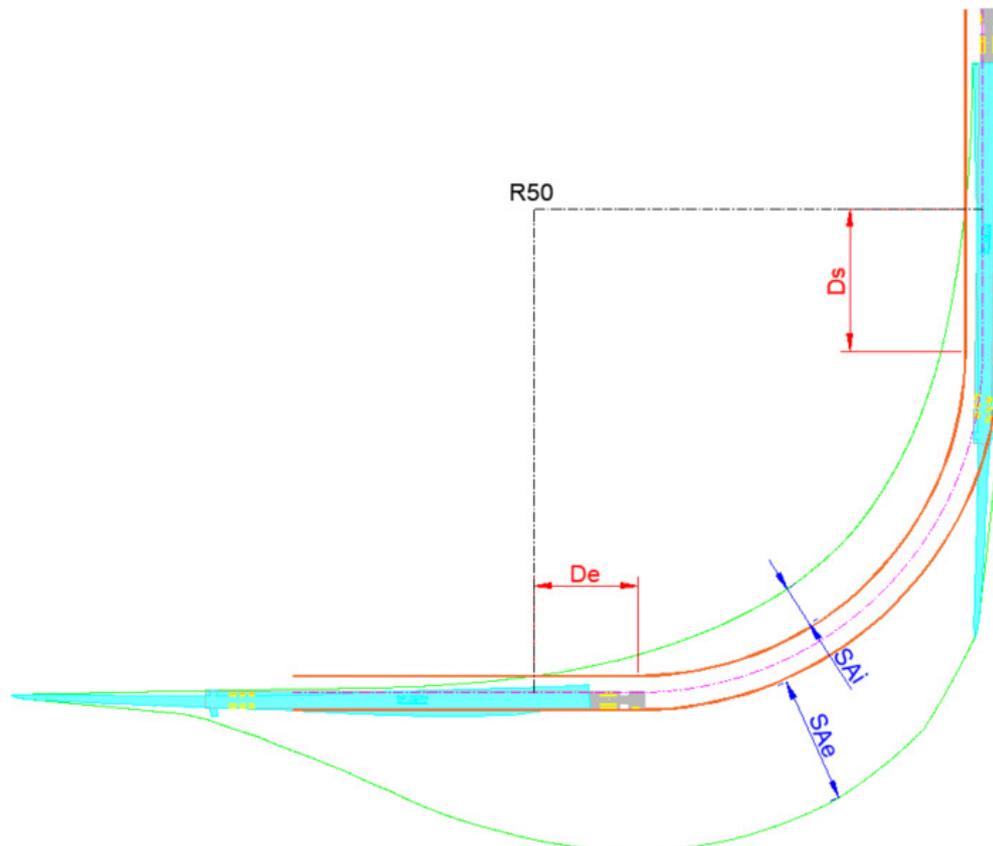
- **SG 170 Alineación a 30° y Radio 50m:**



- SG 170 Alineación a 60° y Radio 50m:



- SG 170 Alineación a 90° y Radio 50m:



3.1.6. Gradients and grade changes

The below values are to be confirmed by the region project by project.

	Longitudinal Gradients (%)				Transversal Gradients (%)	
	Maximum		Minimums		Maximum	Minimum
	Straight section	Curved section	Straight section	Curved section	Straight/ curved section	
Wind farm access road and internal wind farm road	>10 and ≤13 without concreting if gradient < 200 m. ⁽¹⁾ >10 and ≤13 improved concreting or paving if gradient > 200 m. ⁽¹⁾ >13 and ≤15 improved concreting or paving + 6x6 tractor unit >15 need for towing study	Up to 7 without concreting ⁽¹⁾ >7 and ≤10 improved concreting or paving ⁽¹⁾ >10 need for towing study	0.50	0.50	2	0.20
Access and internal roads reverse driving	≤ 3 up to a max. of 1000 m without concreting. >3 and ≤5 max. 1000m improved concreting or paving	<2 up to max. 500 m without concreting. ≥2 and ≤3 max. 500 m improved concreting or paving	0.50	0.50	2	0.20
<p>(1) SGRE standard values are ≤13 % for longitudinal gradients and <10 % for curved sections. (2) Improved paving: Roadbed with friction coefficient of at least 0.35</p>						

Table 6. Gradients and grade changes

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.

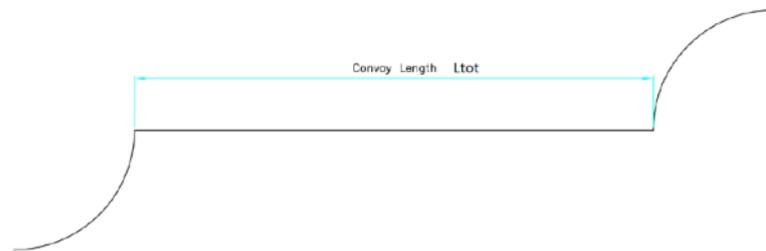


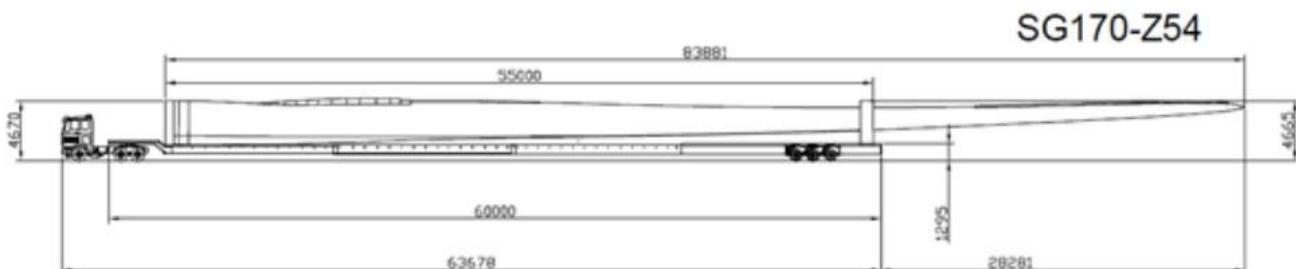
Figure 3. Transitions between gradient changes

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**:

Transport	Z54	Dolly
Kv Value	690	610

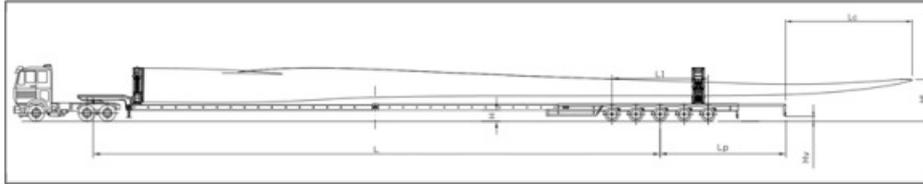
With the information we have now, **the most restrictive transport would be the SG170 blade on Z54 transport.** Bearing in mind that all the axles of the platform would be in contact with the ground. Considering that all the axles of the platform would be in contact with the ground and a rear overhang 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.



SIEMENS Gamesa



Reference: Blade SG170 254 in Lowbed
 Component: Blade
 Vehicle: Lowbed
 Is any rear axle going to hang? No



Drawing dimensions (m)		Other inputs (cm)	
L	53,16 m	Security distance (ground-vehicle)	7 cm
H (When suspension is completely down)	0,54 m	Rear Suspension (total)	20 cm
Lc	28,28 m		
Lp	2,06 m		
L1	2,72 m		
H1 (When suspension is completely down)	4,15 m		
Hv (When suspension is completely down)	0,50 m		

CALCULATE KV **689 m**

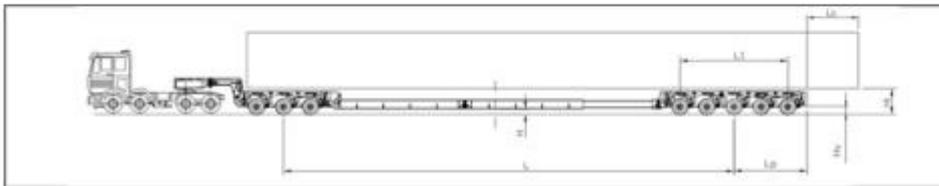
	This KV is theoretical and only valid when the suspension of the vehicle, from its lower limit, is set on:	Rear	Front
		15 cm	-

Figure 4. The most restrictive transport and its respective KV

SIEMENS Gamesa



Reference: S4 T115-534
 Component: Tower section
 Vehicle: Modular



Drawing dimensions (m)		Other inputs (cm)	
L	39,90 m	Security distance (ground-vehicle)	7 cm
H (When suspension is completely down)	0,00 m	Front Suspension (total)	50,6 cm
Lc	0,00 m	Rear Suspension (total)	50,6 cm
Lp	4,04 m		
L1	6,08 m		
H1 (When suspension is completely down)	0,00 m		
Hv (When suspension is completely down)	0,21 m		

CALCULATE KV **606 m**

	This KV is theoretical and only valid when the suspension of the vehicle, from its lower limit, is set on:	Rear	Front
		40 cm	40 cm

Figure 5. The most restrictive transport in dolly and its respective KV

The value above is for reference only, project value to be confirmed by the region. 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 hardstand or the tower sections and hinder transportation.

3.1.7. Passing areas and turning points

Passing 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 (L_{tot}) 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, levelled, 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.

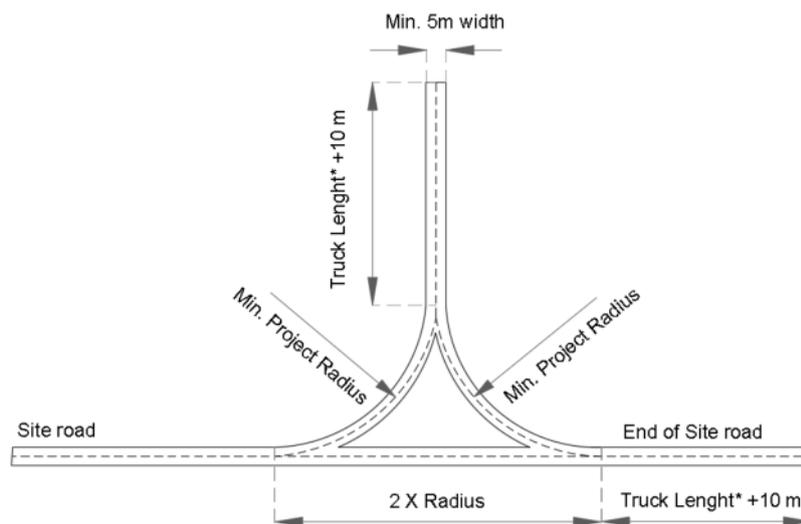


Figure 5. Turning point geometry suggestion

These can be adjusted on project specific.

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. Hardstands

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 40 mm.

When it comes to unfavourable 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	2.5	2	2
Without crane mats	3 (T100) 3 (T110.5) 3 (T115m) 4 (T135m) 5 (T145m) 5 (T150m) 5 (T155m) 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 2.5kg/cm^2 (approx. 0.2MPa). A surface of 30 m^2 must be laid, 6 crane mats (5 m x 1 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, T110.5m and T115m, 4 kg/cm² for T135m and 5 kg/cm² for T145m, T150m, T155m 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 centre 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. 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	1.5	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.

Foundation diameter subject to change. In case of using special foundation solution (uplifted, braced foundation, etc.), the hardstand dimension must be evaluated and approved by specific study.

(Note) – Following hardstand layouts covering tailing crane offloading and self-offloading transports

Use of clamp system doesn't require cranes for off-loading but additional space for manoeuvring of trailers to release the tower sections is needed. The system is not available for all regions and must be confirmed by SGRE before building the windfarm. Bear in mind, once chosen the hardstands without to consult or to require a confirmation from SGRE, the decision is responsibility of the civil designer. 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 (including the blade fingers position)
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

The hardstand drawings can be found in annexes, section 5.4 *hardstand dimensions*.

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 in q4. The first zone are two reinforced and levelled “fingers” where blades are supported. The second zone is the surrounding area of blade fingers in q4. As a standard, the entire area of q4 should be levelled with road and/or hardstand next to it and cleaned from obstacles (working area).

The top part of the blade fingers must be at the same level as the surrounding hardstand.

If the blade fingers 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.

In addition, a work area must be secured at least 1m between and around to 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 centre 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) needs 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.

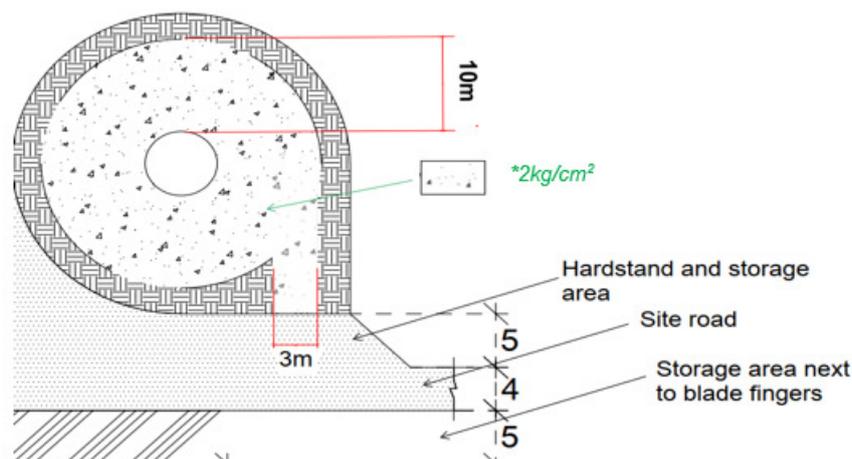


Figure 6. Example of hardstand layout and access road/ramp

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 also fulfil the foundation design requirements.

3.2.7. 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)
- 110.5m 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 + 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)
- 150m tower: Tower height + 23m 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)
- 155m tower: Tower height + 21m 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)

		T100	T110.5	T115	T135	T145	T150	T155	T165	T165
		m	m	m	m	m	m	m	m	m 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								
Dimension s	In a straight line	119m	130m	134m	150m	164m	173m	176m	177m	177m
	Wide	3m	3m	3m	3m	3m	3m	3m	3m	3m

Table 10. Requirements for assembly the main crane

There must be areas without vegetation, flat and compacted with a surface area of 10 m x 12 m + 7m x 12m / 2, every 30 m along the boom for assembly for the tailing cranes operation:

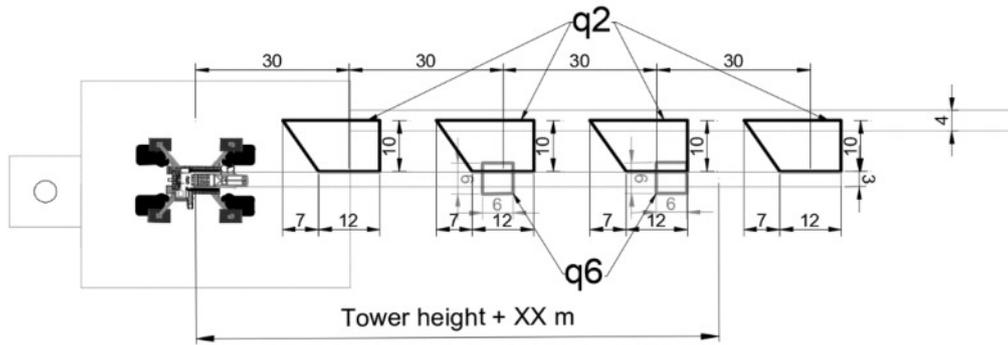


Figure 7. Distribution areas for main crane boom assembly

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.

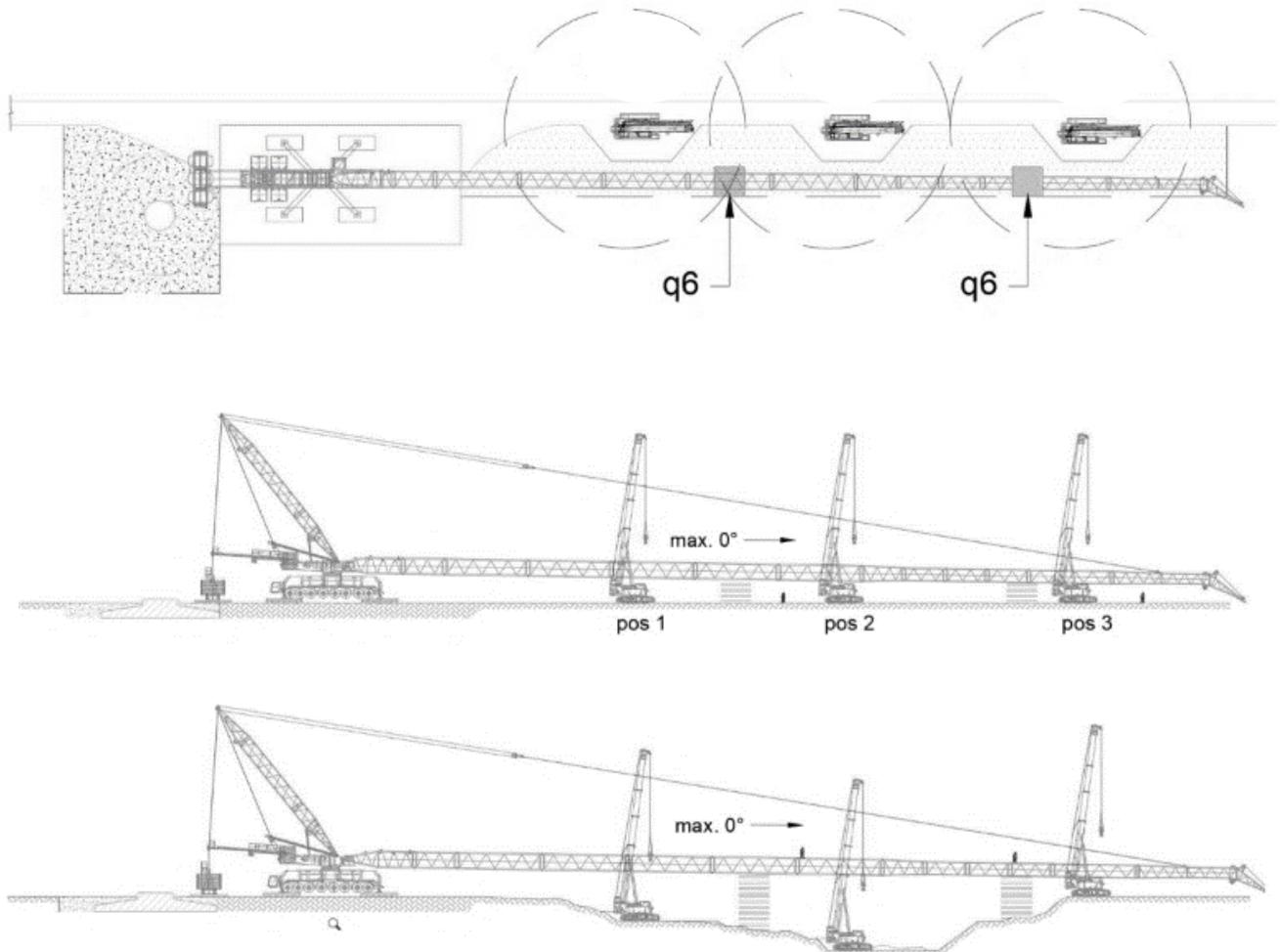


Figure 8. Boom assembly on flat and hilly terrain

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).

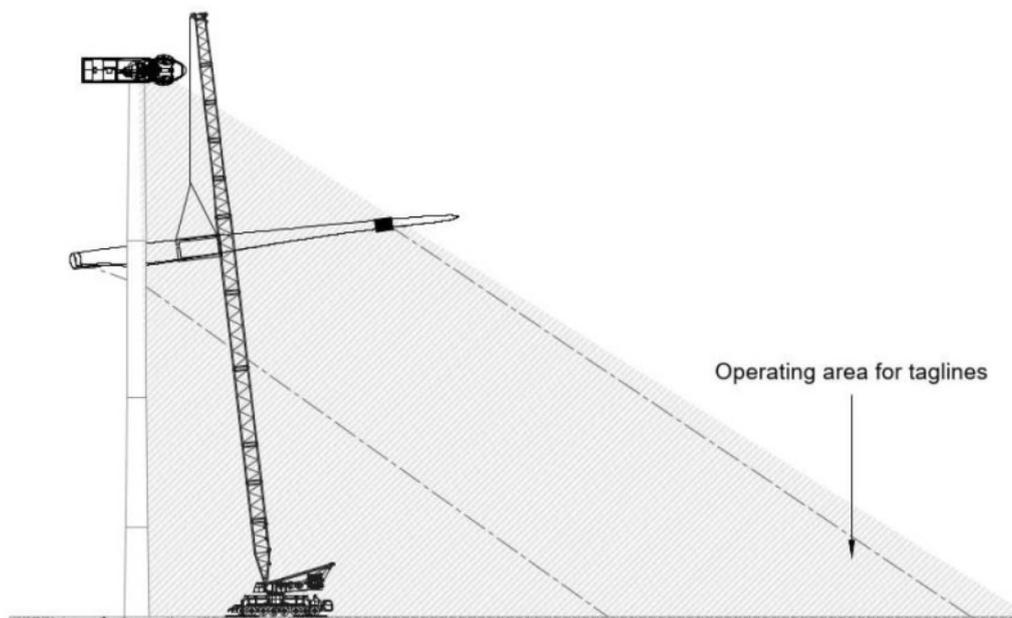
The areas for mounting and dismounting the main crane should be next to a hardstand but not overlap the hardstand area. Furthermore, they will be laid out as parallel as possible to the road reaching the hardstand, but without overlapping it, **in order to avoid invading the outgoing WF road in case of.**

3.2.8. Areas for Tag Lines

Rotor Assembly and Single blade Installation Methods (see Figure 9) require special attention for ensuring a cleared area for the safe use of tag lines.

The Employer shall ensure that the areas around the hardstand, rotor assembly area, and operating area for tag lines are prepared to allow rotor assembly and installation, or single blade installation to be completed safely. An example of the area required is shown in Figure 9. This area shall be prepared as a Working Area (free from trees, obstacles and trip hazards and prepared as to allow persons to move freely and safely). Once the Employer's civil design is finalised, the Contractor shall work with the Employer to further define and optimize these areas in order to minimise the felling and ground preparation works to be carried out by the Employer. Prior to turbine erection, the Employer and Contractor shall together survey the area to be used for tag lines and identify any safety hazards (e.g. holes, level changes, marsh etc.). The Employer and Contractor will mutually agree appropriate mitigations measures, which will be carried out by the Employer, to ensure Safe Working Access.

The drawings below are indicative only and can be further refined during the site visit. This is relevant for rotor assembly only.



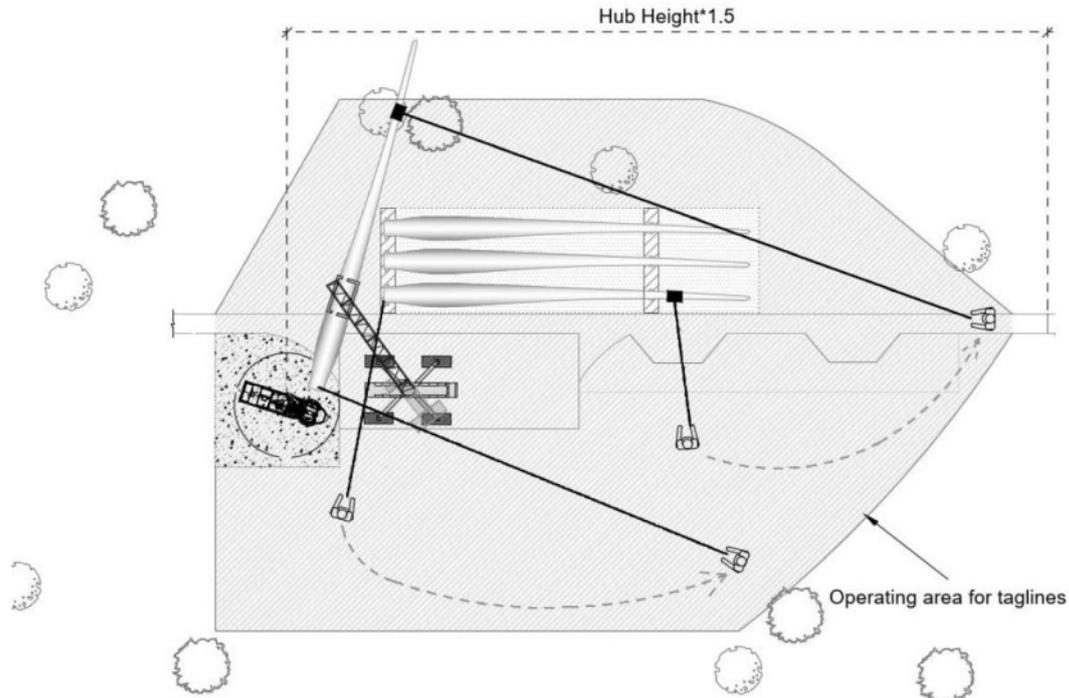


Figure 9. Indicative drawing of area requirements for the use of tag lines with single blade installation method

3.3. Minimum Requirements for temporary site compounds of wind farms

The objective of this Internal Note is to specify the minimum requirements for the temporary site hardstands including the area of the site office sheds/containers, the parking area for light vehicles and the storage area for minor materials. Normally all these areas form a single space usually called “**site compound**”, which is divided into the pertinent specific areas.

The site compound is needed for the construction of a wind farm, and each area must be in good conditions for each specific purpose. Therefore, these temporary areas must be built in accordance with specific requirements.

The location of the site compound must be carefully studied, avoiding areas susceptible to suffering flood events and avoiding areas with critical natural slopes or large embankments. Preferred locations are flat areas with easy access by car or truck.

The design of this site compound must consider a slope between 1% and 3%, for a proper drainage of the rainwater in accordance with the site specific conditions. If necessary, temporary drain ditches or culverts should also be considered to collect and divert the rainwater to the appropriate discharge points.

The construction of these temporary areas will require the following activities:

- 1- The area must be cleared to eliminate the topsoil, trees, stumps, weeds, etc. The topsoil can be stockpiled in small piles in the vicinity of the site compound for later use in landscape restoration if required.
- 2- Embankments: If relevant embankments are necessary to build the hardstand, at least the following requirements are recommended:

- Before the construction of the embankment, the natural subgrade must be compacted until reaching 95% of the maximum dry density from the Modified Proctor test (M.P.).
 - Embankment construction must be carried out by placing fill material in max. 30cm thick layers and compacting this fill material until reaching 95% of its maximum dry density from the M.P.
 - It is recommended using a fill material with a CBR $\geq 4\%$ at 95% M.P, free of organic matter, LL<50, non-collapsible, free swelling <3%.
- 3- Excavations: If excavation is necessary to build the hardstand, the exposed natural subgrade must be compacted until reaching 95% of the maximum dry density from M.P.
- 4- Pavement: The pavement details will depend on the use of each area but, as a general approach, it is recommended a granular material with a fine content $\leq 20\%$, a CBR $\geq 40\%$ at 98% M.P. and a maximum grain size of 32mm, when possible. This material must also be correctly compacted in max. 30cm thick layers until reaching at least 98% of the maximum dry density from M.P. (“=well compacted granular material”).

Paved areas and the thickness of the pavement will depend on the site soil conditions and the associated evaluation will adequately consider the detailed geotechnical information. There may even be the case that the use of geotextiles could be necessary.

Recommended thickness of the pavement in each area is indicated below. The thicknesses must be considered as a minimum and obviously it can also be increased if the site soil conditions are not good enough.

- Temporary office area: it is recommended applying 10cm of well compacted granular material.
- Parking area for light vehicles: it is recommended applying 15cm of well compacted granular material.
- Storage area for minor materials and access road: trucks are going to use these areas. Therefore, the thickness of pavement will depend on the quality of the natural soil (subsoil):
 - Poor subsoil conditions (CBR<2% at 95% P.M.): it is recommended applying at least 30cm of well compacted granular material.
 - Fair subsoil conditions (2%<CBR<7% at 95% P.M.): it is recommended applying at least 20cm of well compacted granular material.
 - Good subsoil conditions (CBR>7% at 95% P.M.): it is recommended applying at least 15cm of well compacted granular material.
 - If rock or rocky soils are encountered, it would be enough to apply 10cm of well compacted granular material in all the areas to build a uniform, plain and sufficiently bearing hardstand.

Above recommendations must be understood as a general guide or a first approach to the structural design of the temporary hardstands.

In any case, it is always necessary to maintain adequately the pavements. If necessary, additional granular material must be placed and correctly compacted during the use of these temporary areas.

If these temporary areas are going to be used for storing of the turbine components and/or very heavy items that require the use of cranes, they will be considered as a usual WTG hardstand and analysed and designed in accordance with the Site Specific Requirements (SSR) of each project.

3.4. 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 11. 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).

- $D_{\text{PROX-2}}$ - 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

This document is of a general character and it is necessary to include another document (e.g. External Note) specifying any additional requirements or revision/confirmation of the parameters of this document, in addition to:

- Number of WTGs.
- Turbine type. If there is more than one type, this should be specified position by position.
- Installation strategy and storage conditions. If there is more than one type, this should be specified position by position.
- Main, pre-assembly and assist crane proposed.
- Road width in the access road and between positions.
- Semi – mounted crane movement road requirements and affected road sections.
- Auxiliary means for transports as pull units. This should also include the road sections in which this auxiliary means are needed.
- Additional hardstands, in case needed (temporary storage).
- Confirmation of the widening curves table.
- Revision/confirmation of the parameters, e.g. KV, longitudinal gradients...
- Specification of dimension and other requirements of site facilities.
- Any other project specific requirements.

HSE, project by project, must also define their requirements. I.e. safety distances to the edge of the hardstands, in case there is a high difference in level.

To define the above information, receiving the Layout of the WF and other information is required.

This data will give a visualization of each wind turbine of the wind farm and it will convey any needed extra methods or measures in addition to the SGRE standards.

5. Annexes

5.1. 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.

VEHICLE: SG170, LEFT TURN

	10°			20°			30°			40°			50°			60°		
	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai
5	5	1,5	1,5	6	1,5	4,5	6	1,5	8	6	4	11	7	5,5	15	7	7	19
10	5	1,5	1,5	6	1,5	4,5	6	1,5	8	6	3,5	11	7	5,5	14,5	7	7	18
15	5	1,5	1,5	6	1,5	4,5	6	1,5	7,5	6	3,5	10,5	7	5	14	7	6,5	17,5
20	5	1,5	1,5	6	1,5	4,5	6	1,5	7,5	6	3,5	10,5	7	5	14	7	6	16,5
25	5	1,5	1	6	1,5	4,5	6	1,5	7,5	6	3	10	7	4,5	13,5	7	6	16
30	5	1,5	1	5	1,5	4,5	6	1,5	7	6	3	10	7	4,5	12,5	7	5,5	15
35	5	1,5	1	5	1,5	4	6	1,5	7	6	3	10	6	4	12	7	5,5	14,5
40	5	1,5	1	5	1,5	4	6	1,5	6,5	6	2,5	9	6	4	11,5	7	5	13,5
45	5	1,5	1	5	1,5	4	6	1,5	6,5	6	2,5	9	6	3,5	11	7	4,5	13
50	5	1,5	1	5	1,5	4	6	1,5	6,5	6	2,5	8,5	6	3,5	10,5	6	4,5	12
55	5	1,5	1	5	1,5	4	6	1,5	6,5	6	2,5	8	6	3,5	10	6	4	11,5
60	5	1,5	1	5	1,5	4	6	1,5	6	6	2	8	6	3	9,5	6	4	10,5
65	5	1,5	1	5	1,5	3,5	6	1,5	6	6	2	7,5	6	3	9	6	3,5	9,5
70	5	1,5	1	5	1,5	3,5	6	1,5	5,5	6	1,5	7,5	6	2,5	8,5	6	3,5	9
75	5	1,5	1	5	1,5	3,5	6	1,5	5,5	6	1,5	7	6	2,5	8	6	3	8
80	5	1,5	1	5	1,5	3,5	6	1,5	5,5	6	1,5	6,5	6	2	7,5	6	2,5	7,5
85	5	1,5	1	5	1,5	3,5	6	1,5	5	6	1,5	6,5	6	2	7	6	2	7
90	5	1,5	1	5	1,5	3,5	6	1,5	5	6	1,5	6	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5

	70°			80°			90°			100°			110°			120°		
	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai
5	8	8	23,5	11	8	28	15	8	34	6	0	0	6	0	0	6	0	0
10	8	8	22	10	8	26,5	13	8	31,5	18	8	37,5	6	0	0	6	0	0
15	8	8	21	9	8	25	12	8	29,5	16	8	35	6	0	0	6	0	0
20	8	7,5	20	8	8	23,5	10	8	27,5	14	8	32	18	8	37,5	6	0	0
25	7	7	19	8	8	22	9	8	25	12	8	29	15	8	34,5	6	0	0
30	7	6,5	17,5	8	7,5	20,5	8	8	23	10	8	26	11	8	31,5	16	8,5	33
35	7	6,5	16,5	7	7	19	8	8	21	8	8	23,5	11	8	30,5	12	8,5	28
40	7	6	15,5	7	7	17,5	7	7,5	19	8	8	21	8	8	22	8	8,5	23
45	7	5,5	14,5	7	6	16	7	7	18	7	7,5	18	7	7,5	18,5	7	7,5	18,5
50	7	5	13,5	7	5,5	14,5	7	6	17	7	6,5	15,5	7	6,5	15,5	7	6,5	15,5
55	7	4,5	12,5	7	5	13	7	5,5	15	7	5,5	13	7	5,5	13	7	5,5	13
60	6	4,5	11	6	4,5	11	6	4,5	11,5	6	5	11,5	6	5	11,5	6	5	11,5
65	6	4	10	6	4	10	6	4	10	6	4	10	6	4	10	6	4	10
70	6	3,5	9	6	3,5	9	6	3,5	9	6	3,5	9	6	3,5	9	6	3,5	9
75	6	3	8,5	6	3	8,5	6	3	8,5	6	3	8,5	6	3	8,5	6	3	8,5
80	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5
85	6	2	7	6	2	7	6	2	7	6	2	7	6	2	7	6	2	7
90	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5

	130°			140°			150°			160°			170°			180°		
	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai
5	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
10	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
15	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
20	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
25	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
30	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
35	15	8,5	31	19	8,5	35	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0
40	9	8,5	24	11	8,5	25,5	12	8,5	26	12	8,5	25	16	8,5	29	18	8,5	31
45	7	7,5	18,5	7	7,5	18,5	8	7,5	18,5	8	7,5	18,5	8	7,5	18,5	8	7,5	18,5
50	7	6,5	15,5	7	6,5	15,5	7	6,5	15,5	7	6,5	15,5	7	6,5	15,5	7	6,5	15,5
55	7	5,5	13	7	5,5	13	7	5,5	13	7	5,5	13	7	5,5	13	7	5,5	13
60	6	5	11,5	6	5	11,5	6	5	11,5	6	5	11,5	6	5	11,5	6	5	11,5
65	6	4	10	6	4	10	6	4	10	6	4	10	6	4	10	6	4	10
70	6	3,5	9	6	3,5	9	6	3,5	9	6	3,5	9	6	3,5	9	6	3,5	9
75	6	3	8,5	6	3	8,5	6	3	8,5	6	3	8,5	6	3	8,5	6	3	8,5
80	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5	6	2,5	7,5
85	6	2	7	6	2	7	6	2	7	6	2	7	6	2	7	6	2	7
90	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5	6	1,5	6,5

VEHICLE: SG170, RIGHT TURN

	10°			20°			30°			40°			50°			60°		
	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai
5	5	4	2,5	6	6	5,5	6	7,5	8,5	6	9	11,5	7	10	15,5	7	10,5	19
10	5	4	2,5	6	6	5,5	6	7,5	8,5	6	8,5	11,5	7	9,5	15	7	10,5	18
15	5	4	2,5	6	5,5	5	6	7,5	8,5	6	8,5	11	7	9,5	14	7	10,5	17,5
20	5	4	2	6	5,5	5	6	7,5	8	6	8,5	11	7	9,5	14	7	10	16,5
25	5	4	2	6	5,5	5	6	7,5	8	6	8,5	10,5	7	9,5	13,5	7	10	16
30	5	4	2	5	5,5	5	6	7	7,5	6	8,5	10,5	7	9,5	13	7	10	15,5
35	5	4	2	5	5,5	5	6	7	7,5	6	8,5	10	6	9	12,5	7	9,5	14,5
40	5	4	2	5	5,5	5	6	7	7,5	6	8,5	9,5	6	9	12	7	9,5	14
45	5	4	2	5	5,5	5	6	7	7,5	6	8	9,5	6	8,5	11,5	7	9,5	13,5
50	5	4	2	5	5,5	4,5	6	7	8	6	8	9	6	8,5	11	6	9	12,5
55	5	4	2	5	5,5	4,5	6	7	8	6	8	9	6	8,5	10,5	6	9	11,5
60	5	4	2	5	5,5	4,5	6	6,5	6,5	6	7,5	8,5	6	8,5	10	6	9	11
65	5	4	2	5	5,5	4,5	6	6,5	6,5	6	7,5	8	6	8	9,5	6	8,5	10,5
70	5	4	2	5	5,5	4,5	6	6,5	6,5	6	7,5	8	6	8	9	6	8,5	9,5
75	5	4	2	5	5,5	4,5	6	6,5	6	6	7	7,5	6	7,5	8,5	6	8	9
80	5	4	2	5	5,5	4,5	5	6,5	6	5	7	7,5	6	7,5	8	6	7,5	8
85	5	4	2	5	5,5	4	5	6,5	6	5	7	7	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5
90	5	4	2	5	5,5	4	5	6,5	5,5	5	7	6,5	6	7	7	6	7	7

	70°			80°			90°			100°			110°			120°			
	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	
5	8	11	23,5	11	11	28	15	11	34										
10	8	11	22	10	11	26,5	13	11	31,5	18	11	37,5							
15	8	10,5	21	9	11	25	12	11	29,5	16	11	35							
20	8	10,5	20	8	11	23,5	10	11	27,5	14	11	33	18	11	37,5				
25	7	10,5	19	8	11	22	9	11	25	12	11	29	15	11	33				
30	7	10,5	17,5	8	10,5	20,5	8	11	23	10	11	27	14	11	29	16	11	33	
35	7	10	16,5	7	10,5	19	8	11	22	10	11	26	13,5	10	11	26	12	11	28
40	7	10	15,5	7	10,5	17,5	7	10,5	19	11	10,5	20,5	8	11	22	8	11	23	
45	7	9,5	14,5	7	10	16	7	10,5	17	7	10,5	18	7	10,5	18,5	7	10,5	18,5	
50	7	9,5	13,5	7	9,5	14,5	7	10	15,5	7	10	15,5	7	10	15,5	7	10	15,5	
55	7	9,5	12,5	7	9,5	13,5	7	9,5	13,5	7	9,5	13,5	7	9,5	13,5	7	9,5	13,5	
60	6	9	11,5	6	9	12	6	9	12	6	9	12	6	9	12	6	9	12	
65	6	8,5	10,5	6	9	10,5	6	9	10,5	6	9	10,5	6	9	10,5	6	9	10,5	
70	6	8,5	9,5	6	8,5	9,5	6	8,5	9,5	6	8,5	9,5	6	8,5	9,5	6	8,5	9,5	
75	6	8	9	6	8	9	6	8	9	6	8	9	6	8	9	6	8	9	
80	6	7,5	8,5	6	8	8,5	6	8	8,5	6	8	8,5	6	8	8,5	6	8	8,5	
85	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5	
90	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	

	130°			140°			150°			160°			170°			180°		
	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai	A	Sae	Sai
5																		
10																		
15																		
20																		
25																		
30																		
35	15	11	31	19	11	35												
40	9	11	24	11	11	25,5	11	11	27	11	11	27	16	11	29	18	11	31
45	7	10,5	18,5	7	10,5	18,5	8	10,5	18,5	8	10,5	18,5	8	10,5	18,5	8	10,5	18,5
50	7	10	15,5	7	10	15,5	7	10	15,5	7	10	15,5	7	10	15,5	7	10	15,5
55	7	9,5	13,5	7	9,5	13,5	7	9,5	13,5	7	9,5	13,5	7	9,5	13,5	7	9,5	13,5
60	6	9	12	6	9	12	6	9	12	6	9	12	6	9	12	6	9,5	12
65	6	9	10,5	6	9	10,5	6	9	10,5	6	9	10,5	6	9	10,5	6	9	10,5
70	6	8,5	9,5	6	8,5	9,5	6	8,5	9,5	6	8,5	9,5	6	8,5	9,5	6	8,5	10
75	6	8	9	6	8	9	6	8	9	6	8	9	6	8	9	6	8	9
80	6	8	8,5	6	8	8,5	6	8	8,5	6	8	8,5	6	8	8,5	6	8	8,5
85	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5	6	7,5	7,5
90	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7,5	7

5.2. 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.***

5.3. Legislations

Siemens Gamesa and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

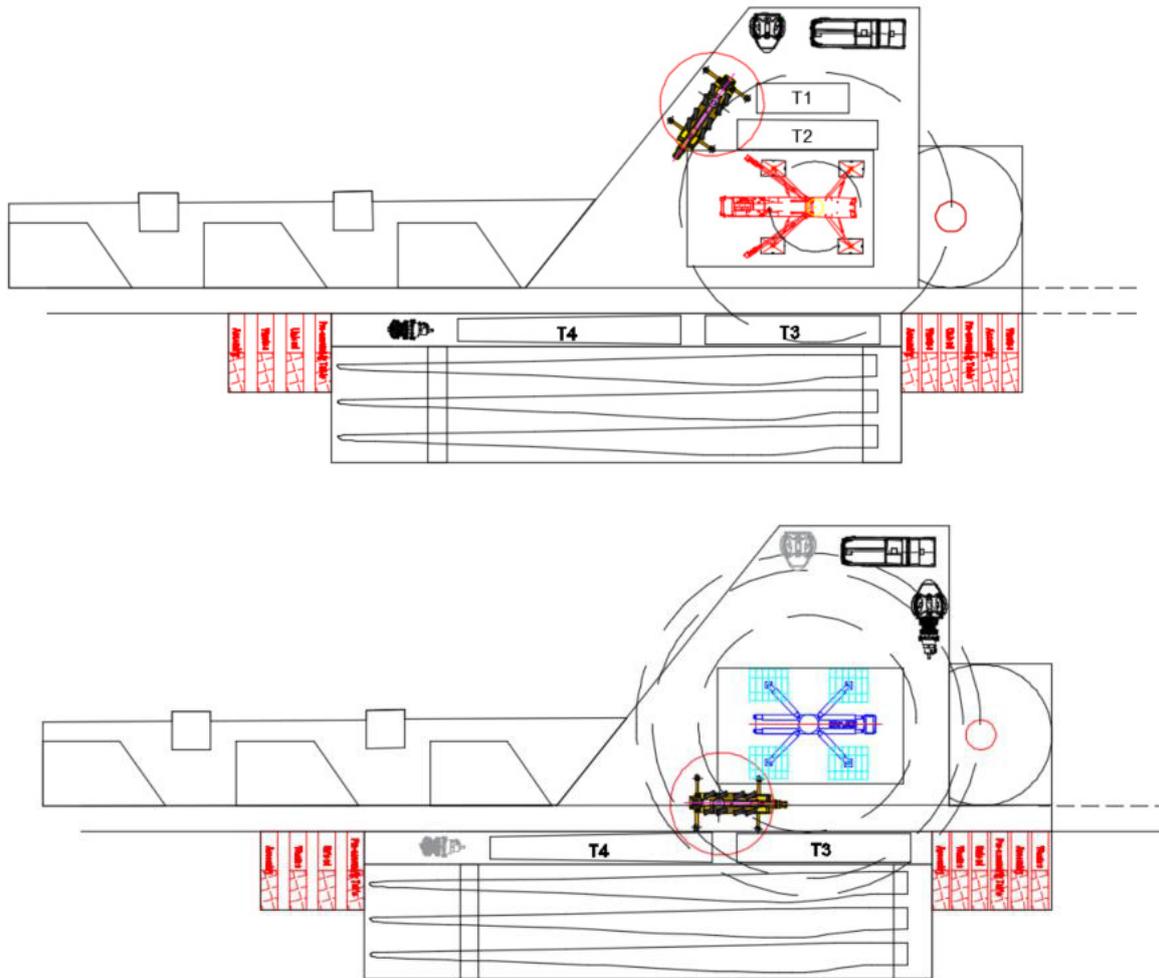


Figure 11 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.2. T100m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

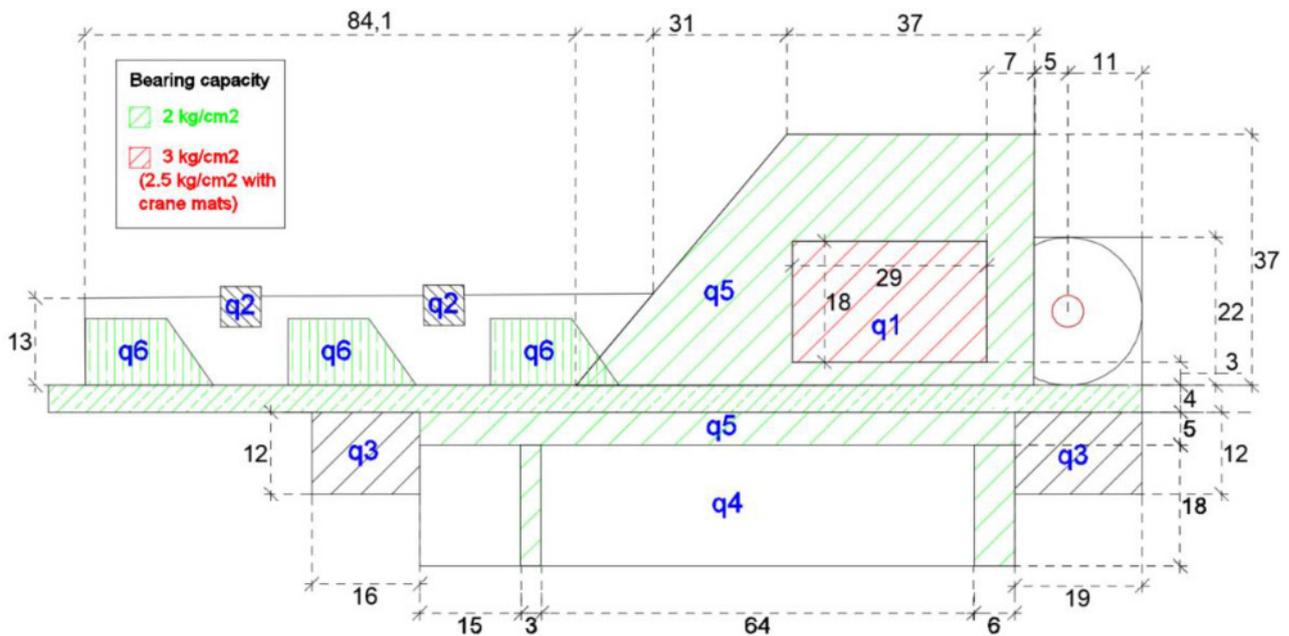
- Tailing crane offloading T100m

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: 37m x 37m + (31m x 37m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 29m x 39m + (32m x 39m)/2 – q1+ 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 28.12 Dimensions of the areas of model T100m with strategy 4 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1 phase



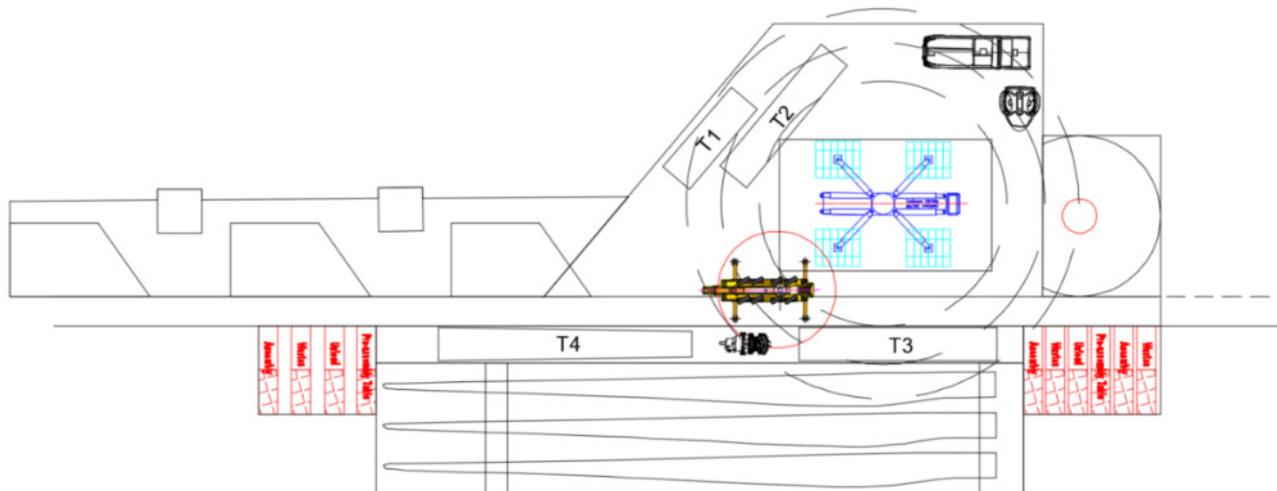
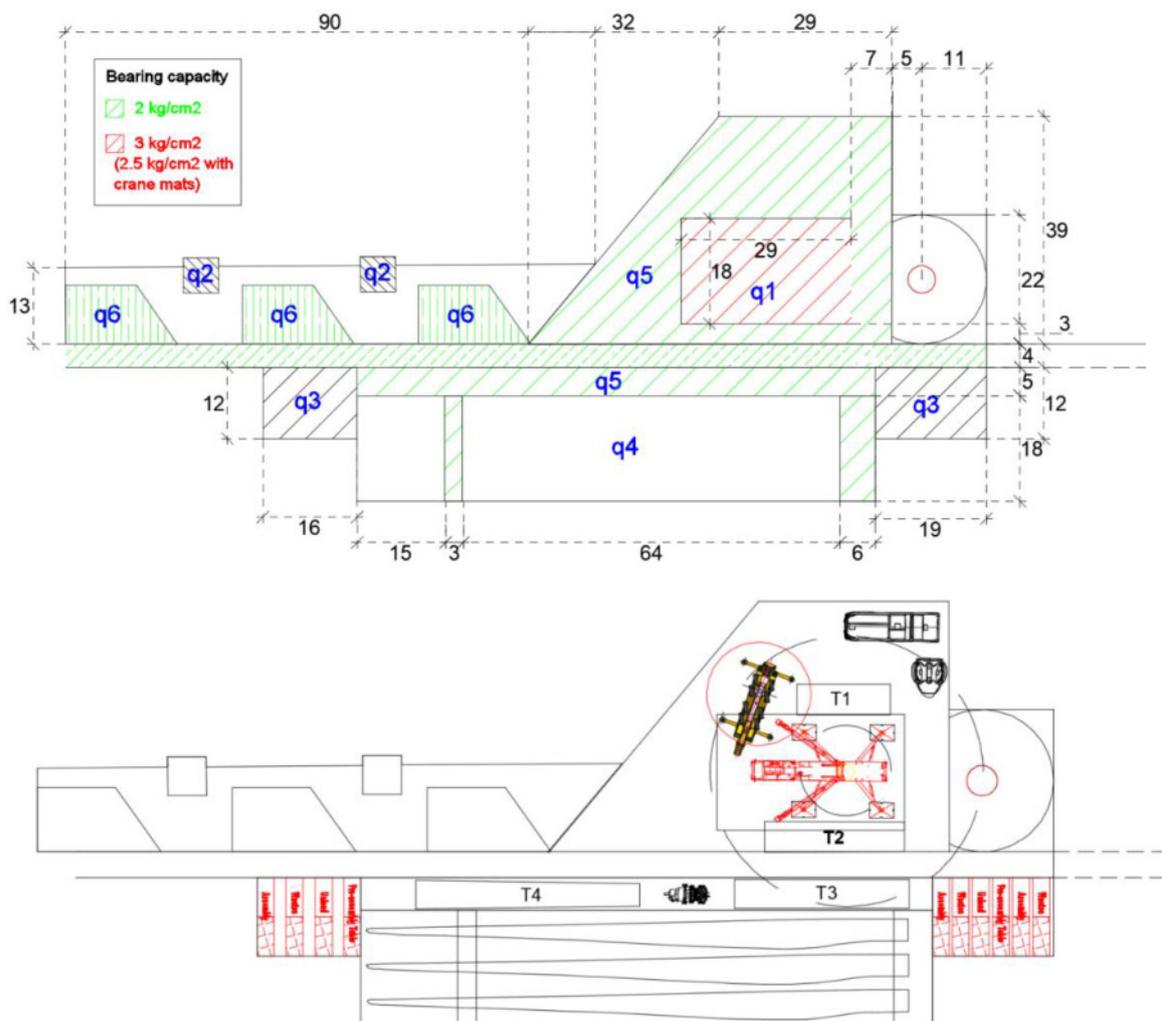


Figure 12 Model T100m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)



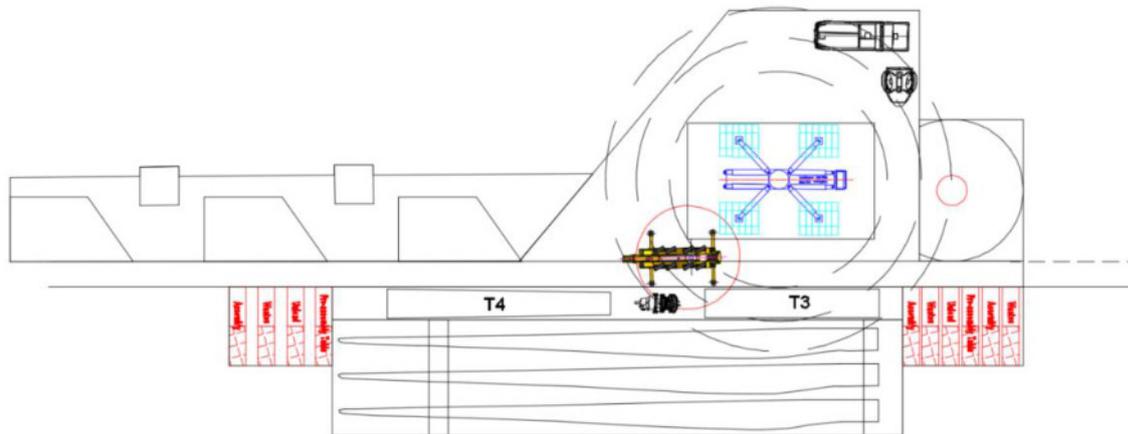


Figure 13 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.3. T110.5m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading 110.5m

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: 33m x 44m + (31m x 44m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 27m x 44m + (30m x 44m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 29. Dimensions of the areas of model T110.5m with strategy 3 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1 phase

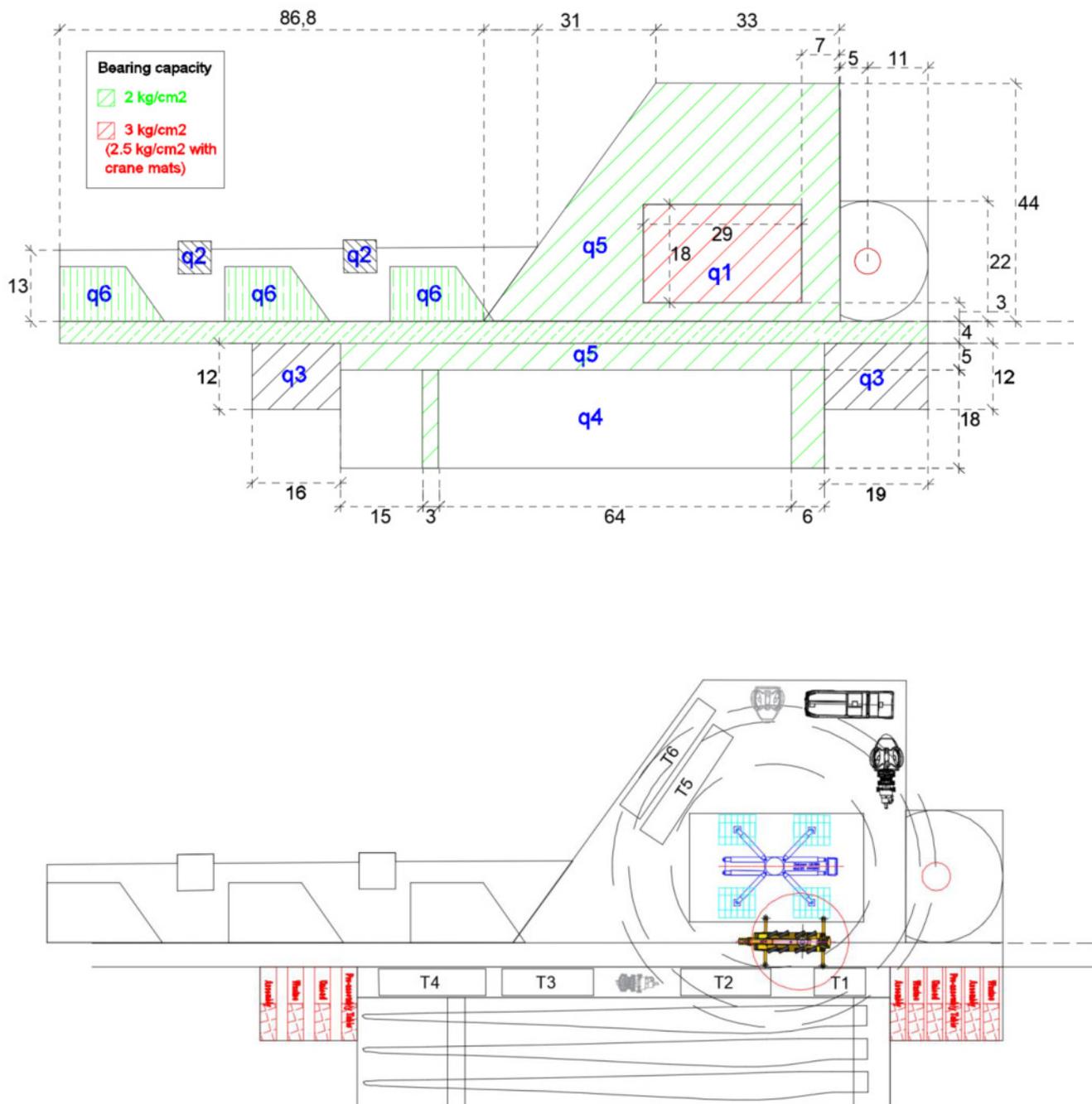


Figure 14 Model T110.5m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE Standard)

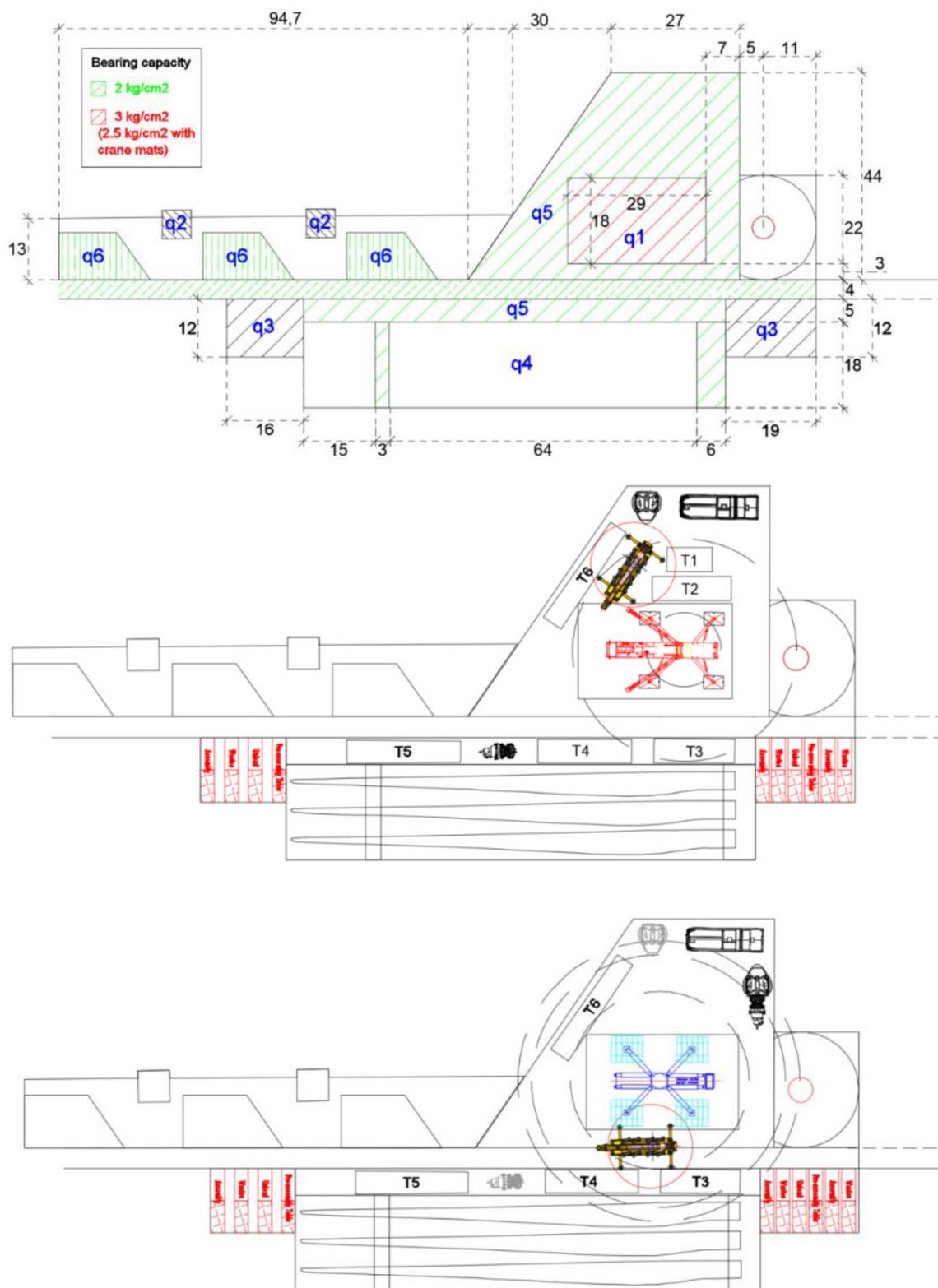


Figure 15 Model T110.5m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.4. T110.5m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

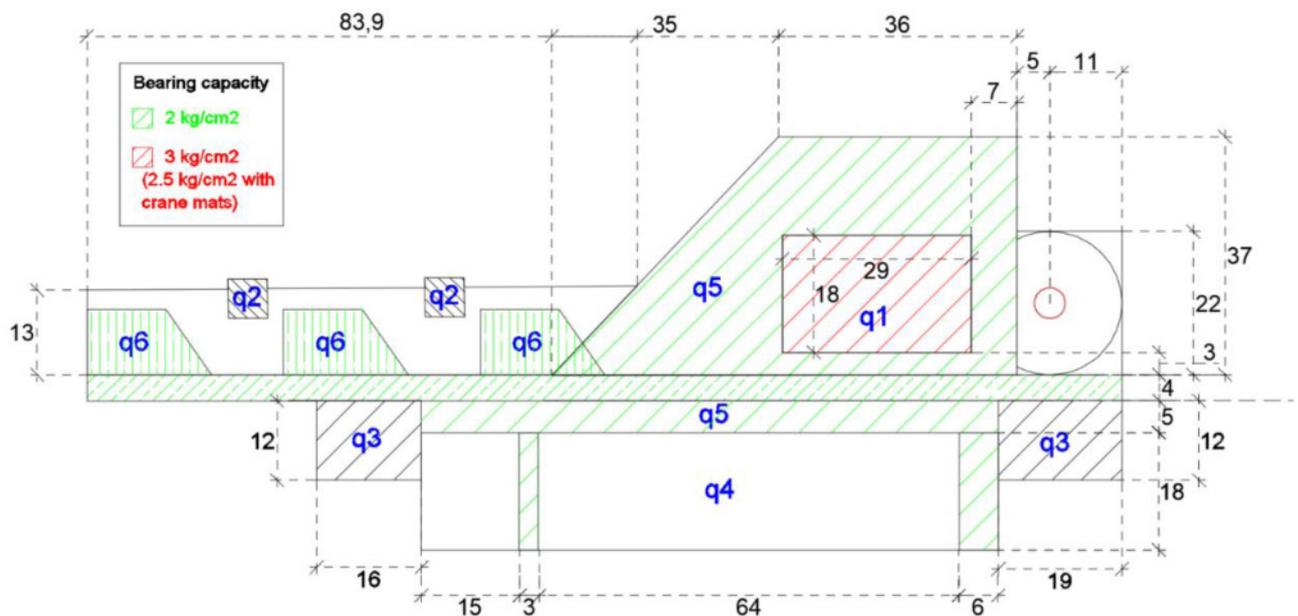
- Tailing crane offloading T110.5m

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: 36m x 37m + (35m x 37m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 28m x 37m + (35m x 37m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 30.13 Dimensions of the areas of model T110.5m with strategy 4 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1 phase



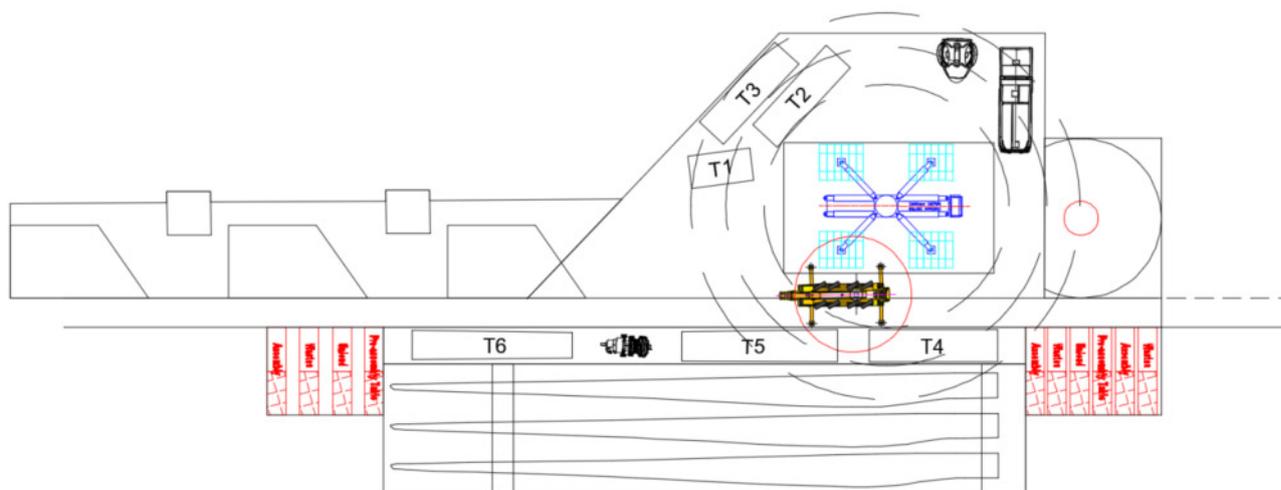
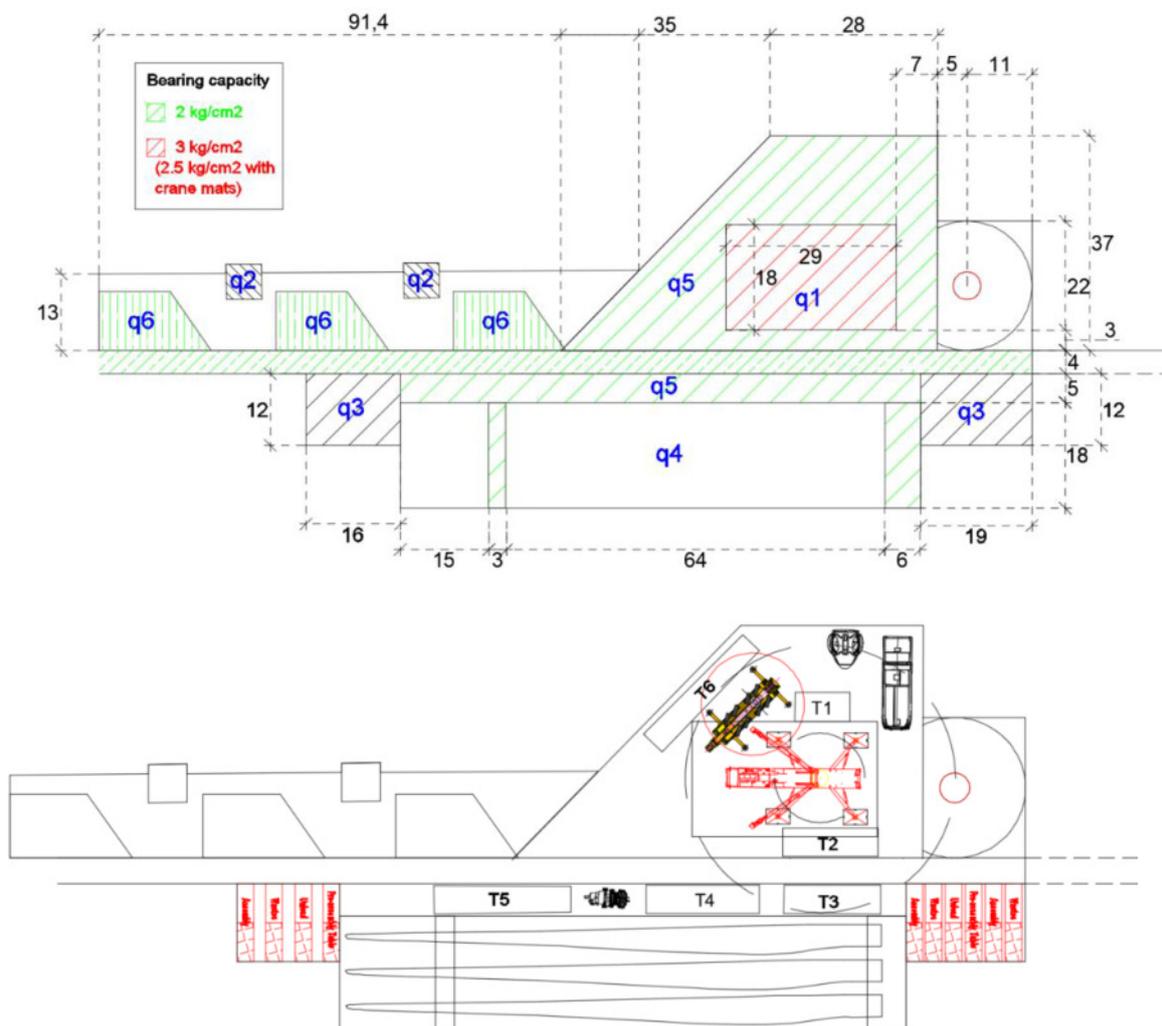


Figure 16 Model T110.5m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)



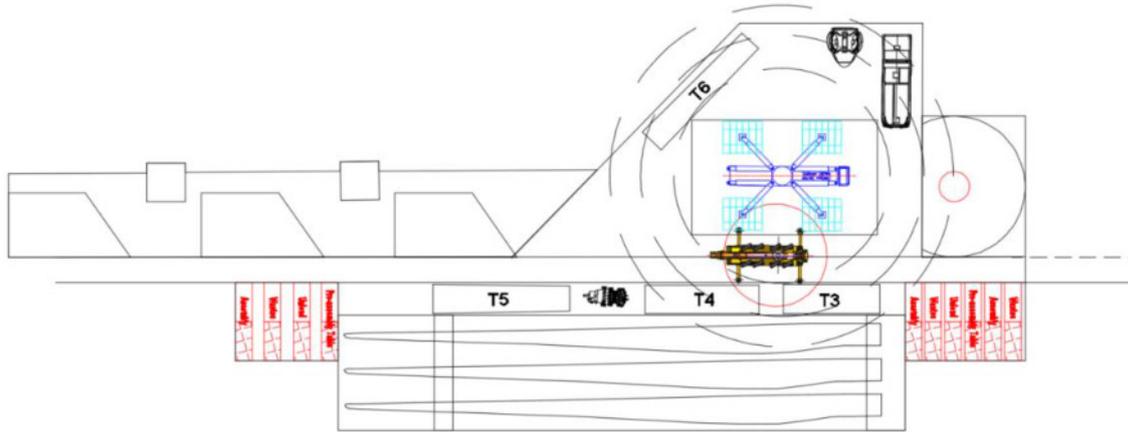


Figure 17 Model T110.5m – Partial storage assembling with strategy 4 in 1 phase

5.4.5. T115m tubular steel 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: 34m x 43m + (46m x 43m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6 dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 33m x 43m + (36m x 43m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 141. Dimensions of the areas of model T115m with strategy 3 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – assembly in 1 phase

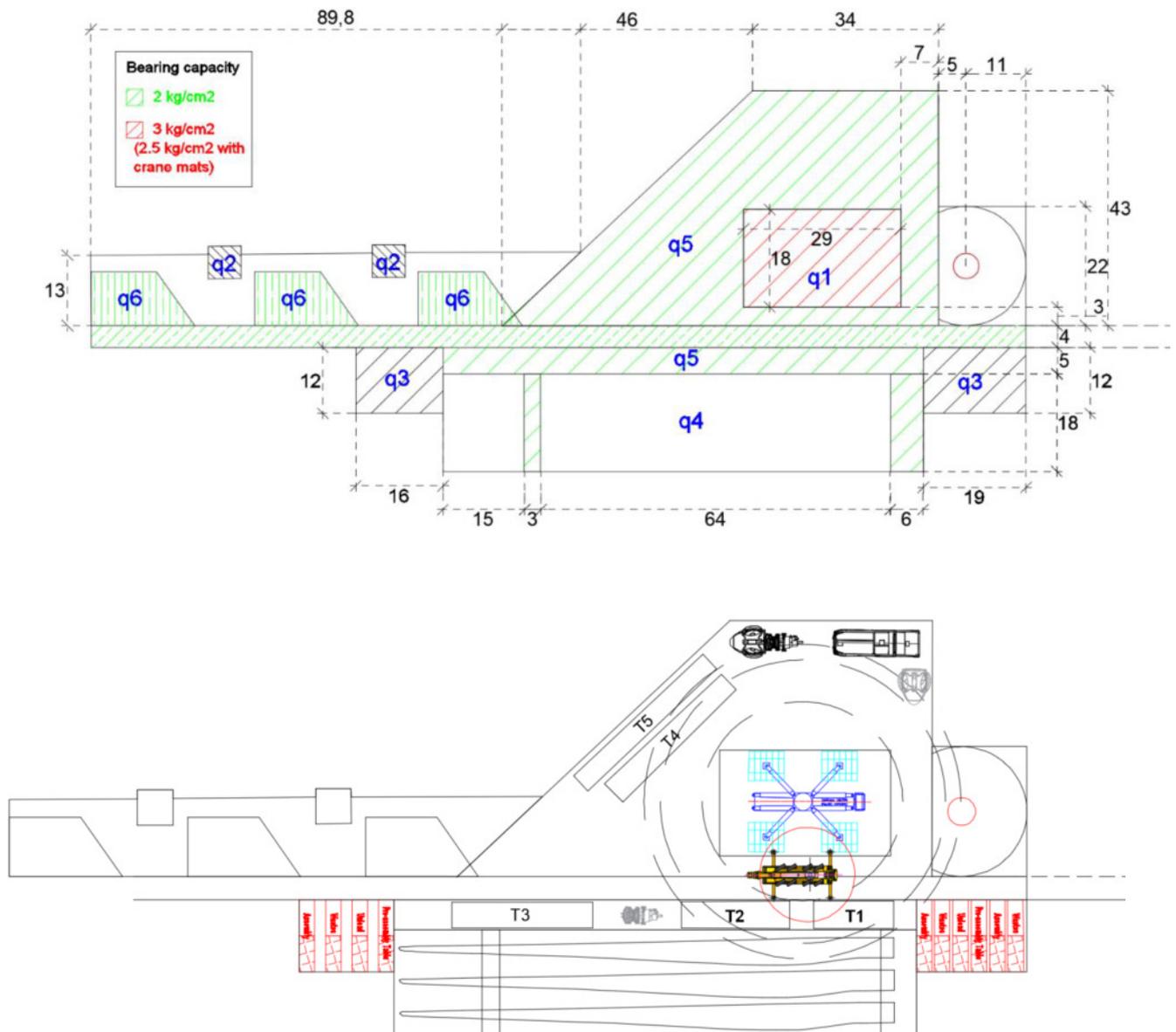


Figure 18 Model T115m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

5.4.6. T115m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

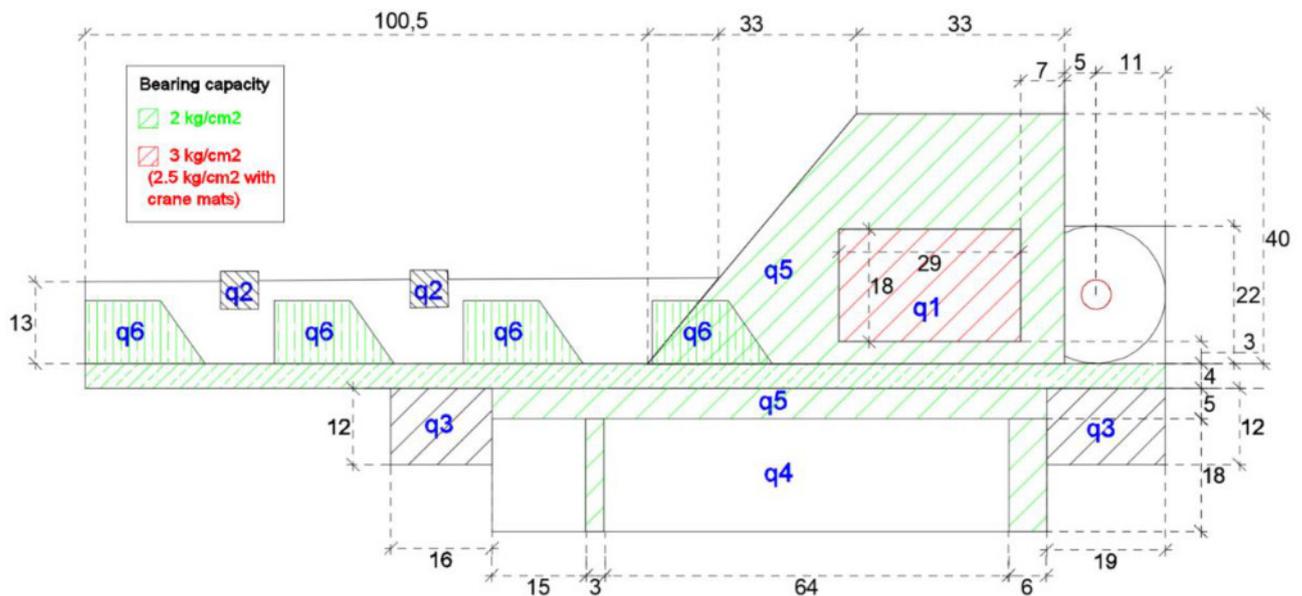
- Tailing crane offloading T115m

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: 33m x 40m + (33m x 40m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 30m x 38m + (31m x 38m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 32. Dimensions of the areas of model T115m with strategy 4 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly strategy in 1 phase



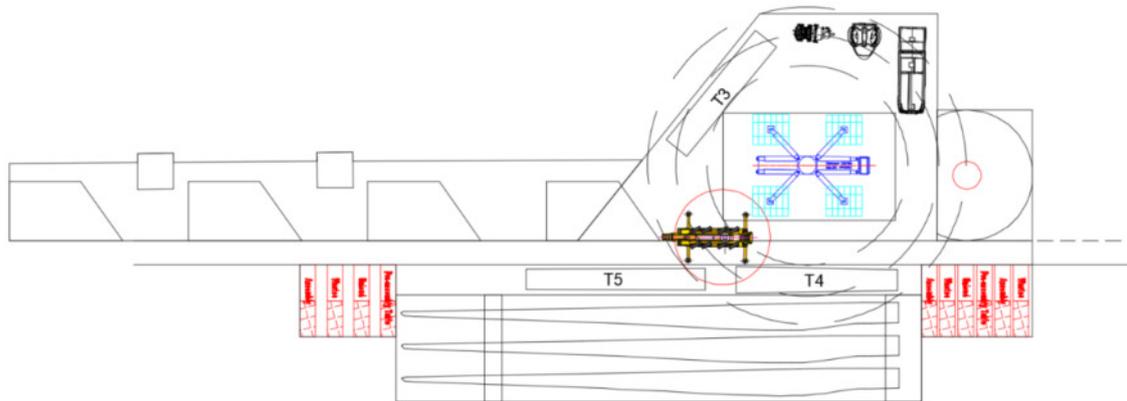


Figure 21 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.7. T135m (52A) 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) q5: 50m x 44m + (45m x 44m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6 dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 41m x 45m + (28m x 45m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 33. Dimensions of the areas of model T135m (52A) with strategy 3 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

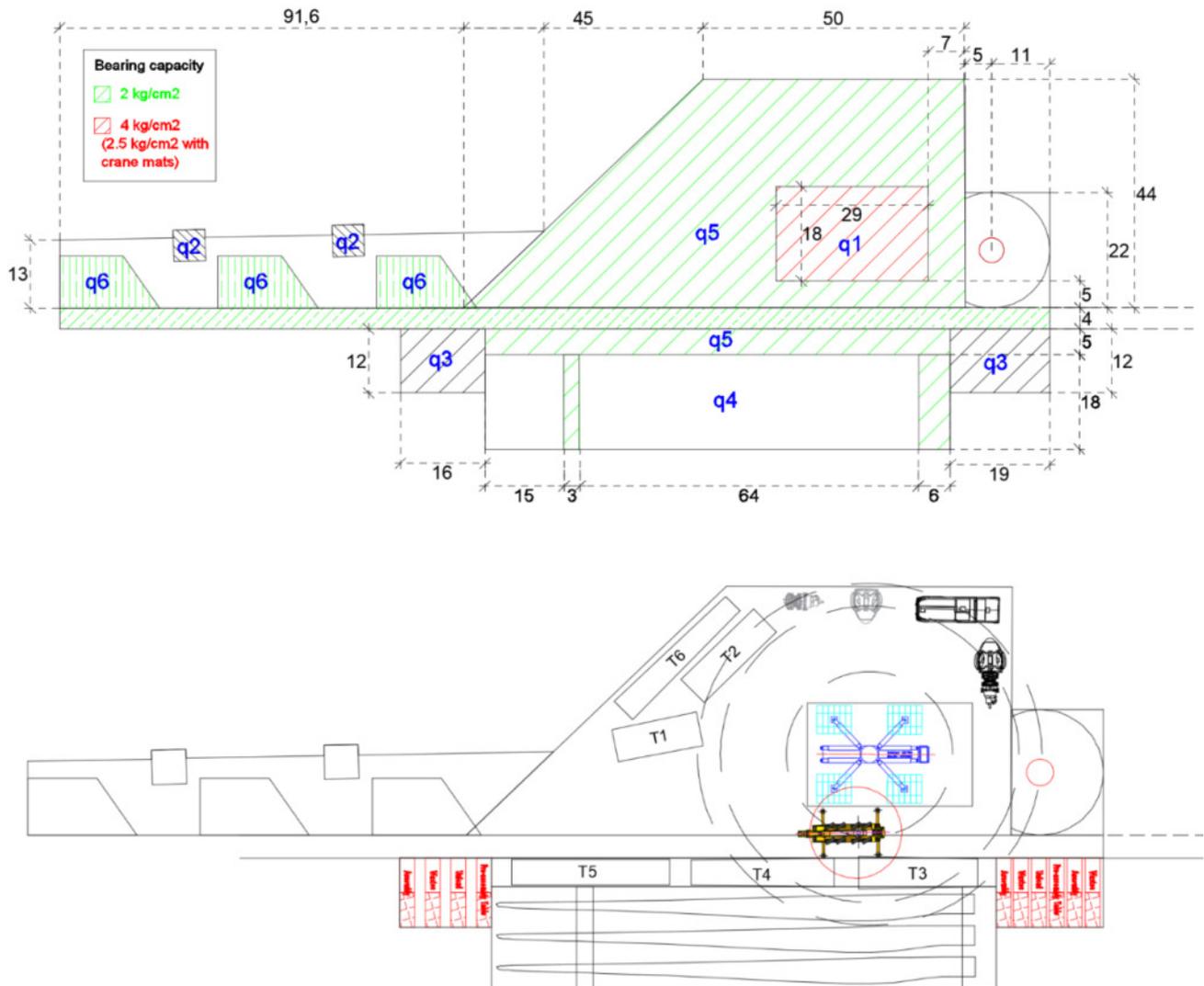


Figure 22. Model T135m (52A) – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower

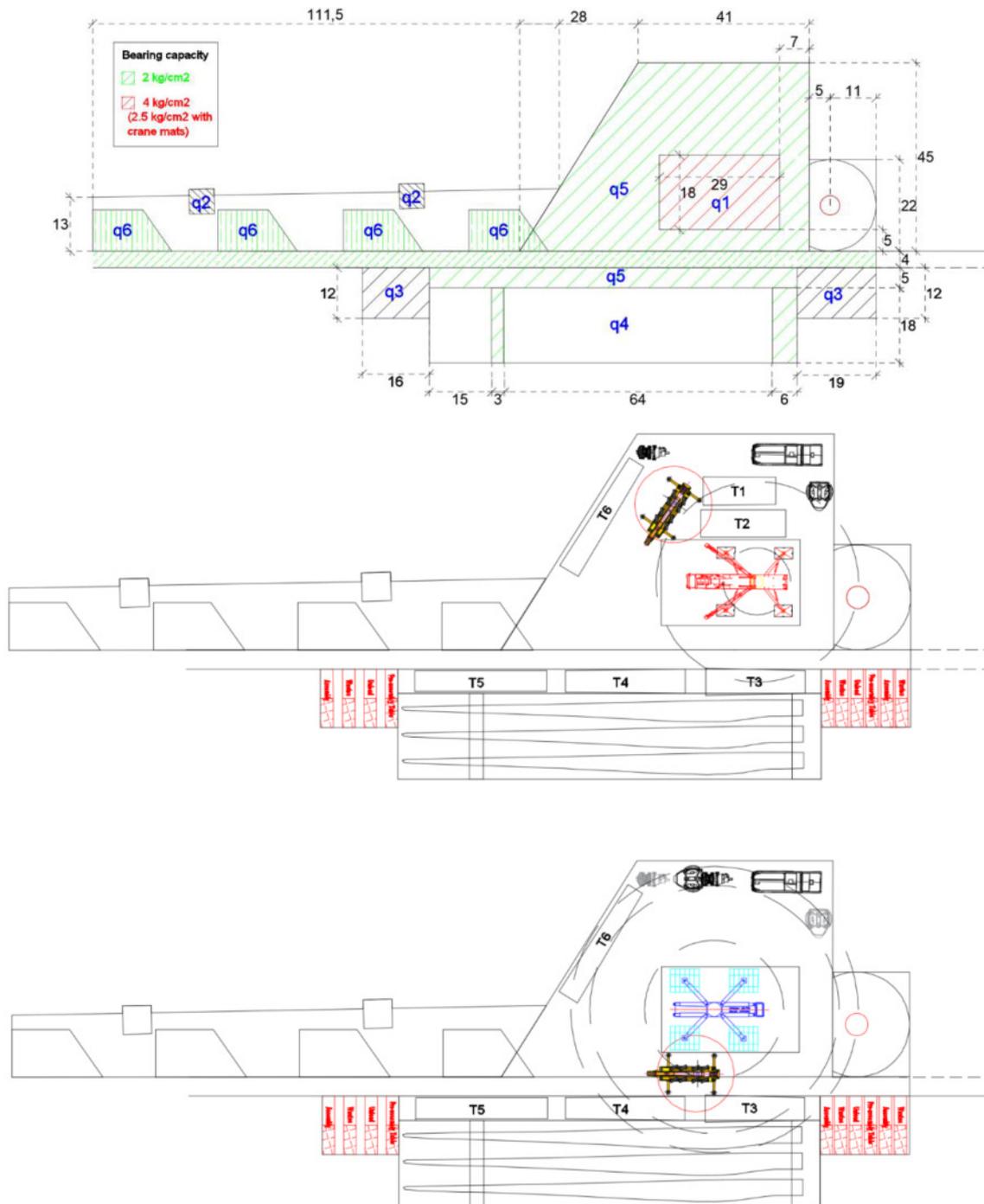


Figure 23. Model T135m (52A) -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.8. T135m (52A) tubular steel tower Hardstand with strategy 4

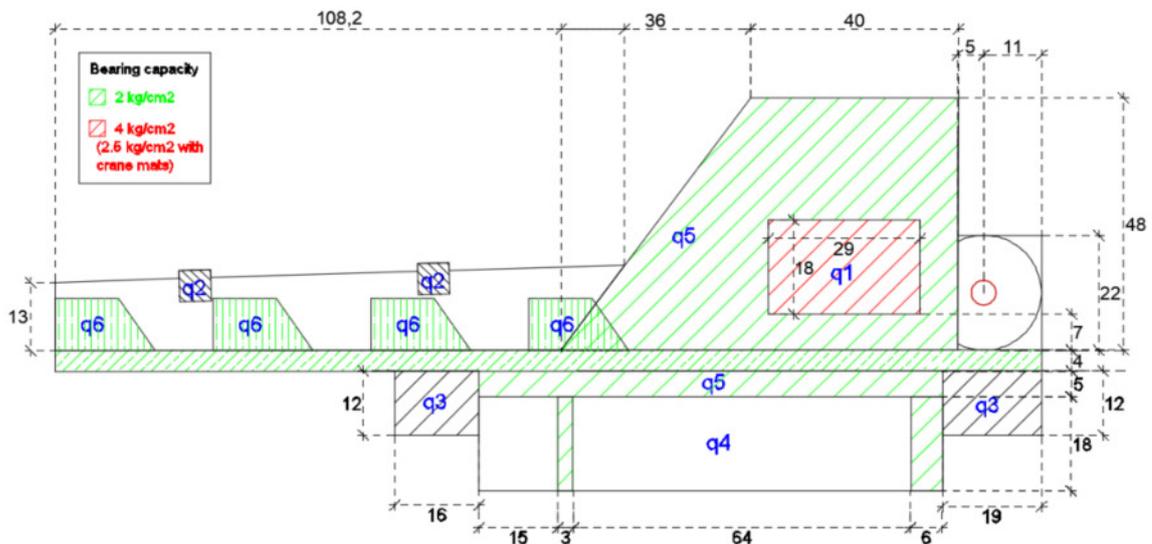
- Tailing crane offloading T135m

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) q5: 40m x 48m + (36m x 48m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 32m x 48m + (36m x 48m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 3415. Dimensions of the areas of model T135m (52A) with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase



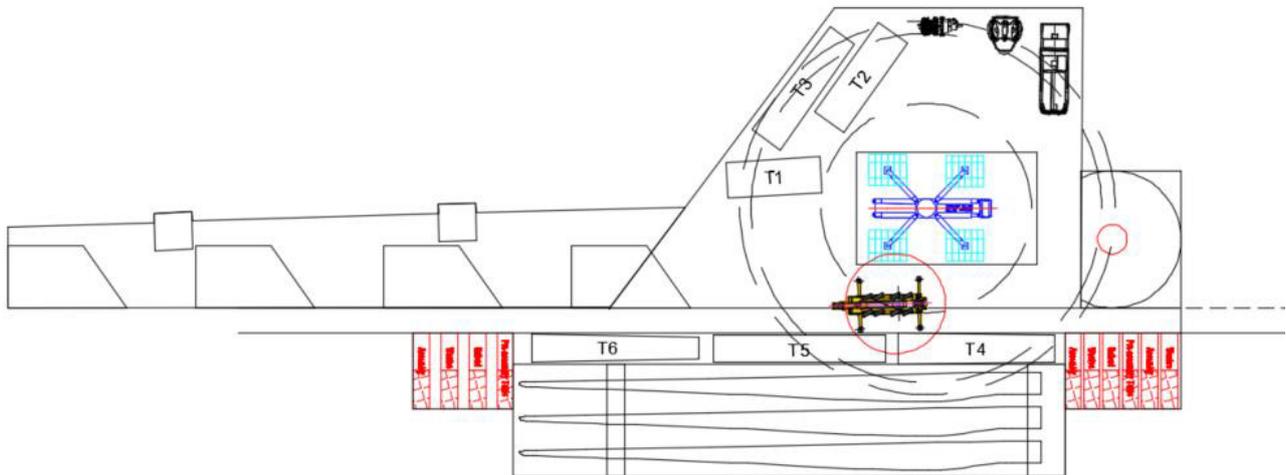
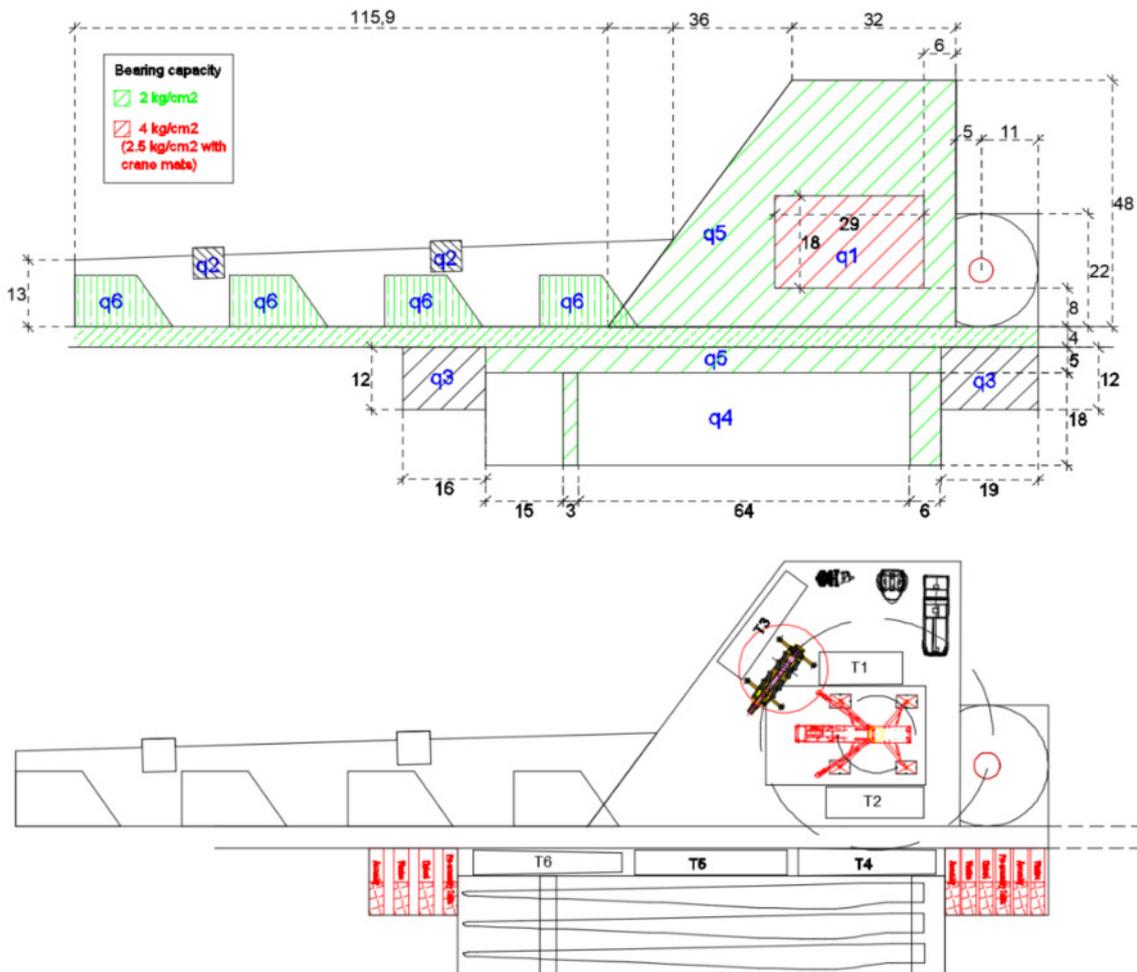


Figure 24. Model T135m (52A) – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)



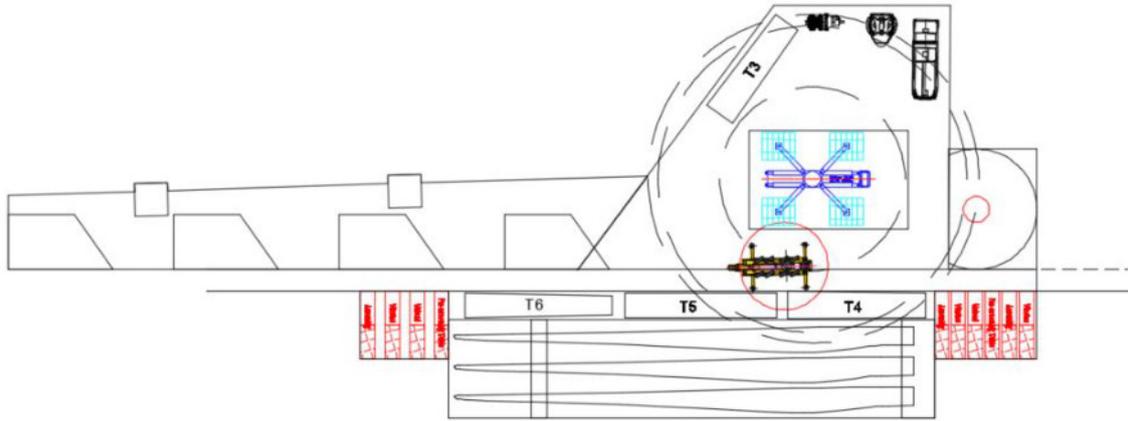


Figure 25. Model T135m (52A) - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.9. T135m (54A) 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) q5: 50m x 44m + (45m x 44m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 41m x 45m + (28m x 45m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 35. Dimensions of the areas of model T135m (54A) with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

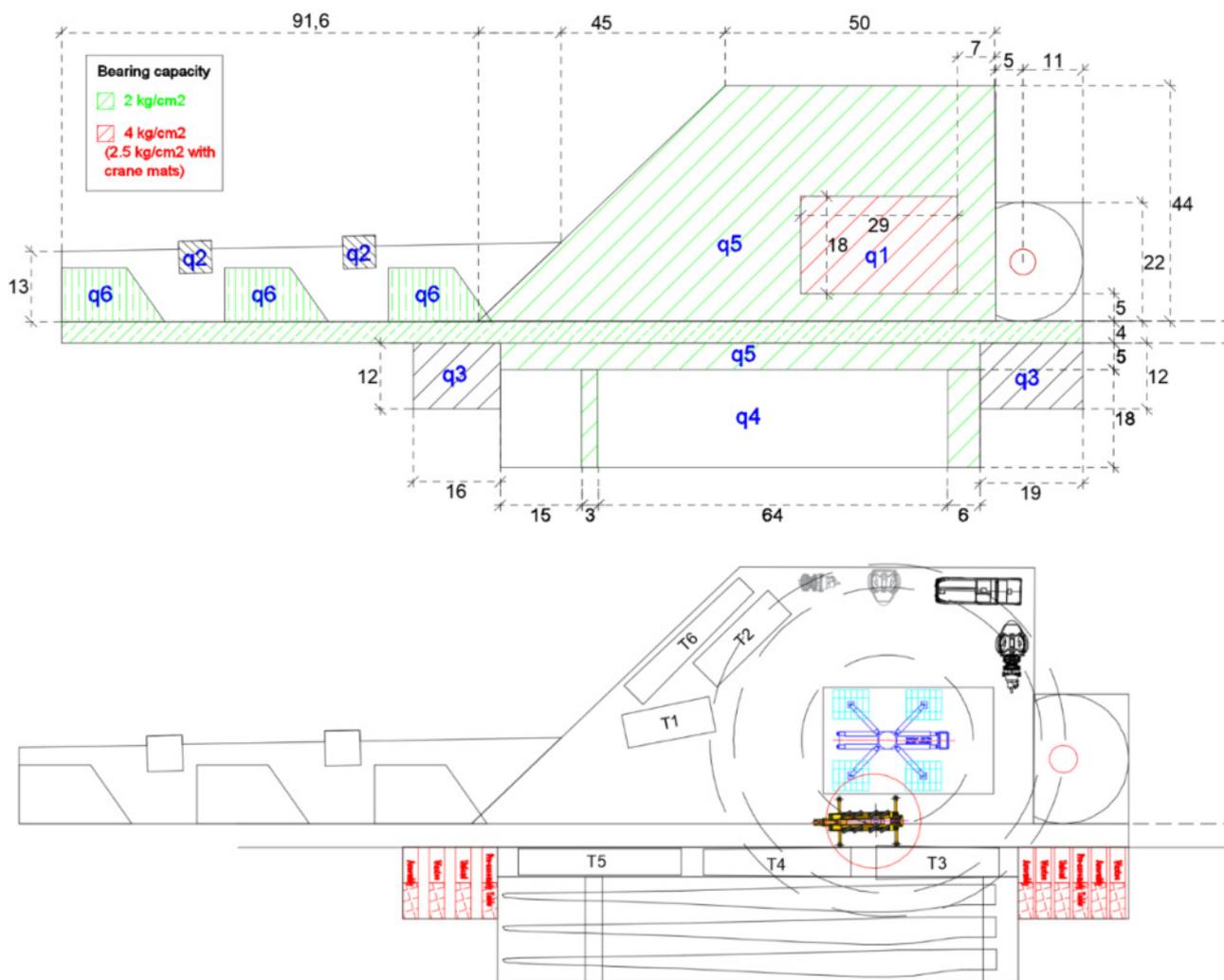
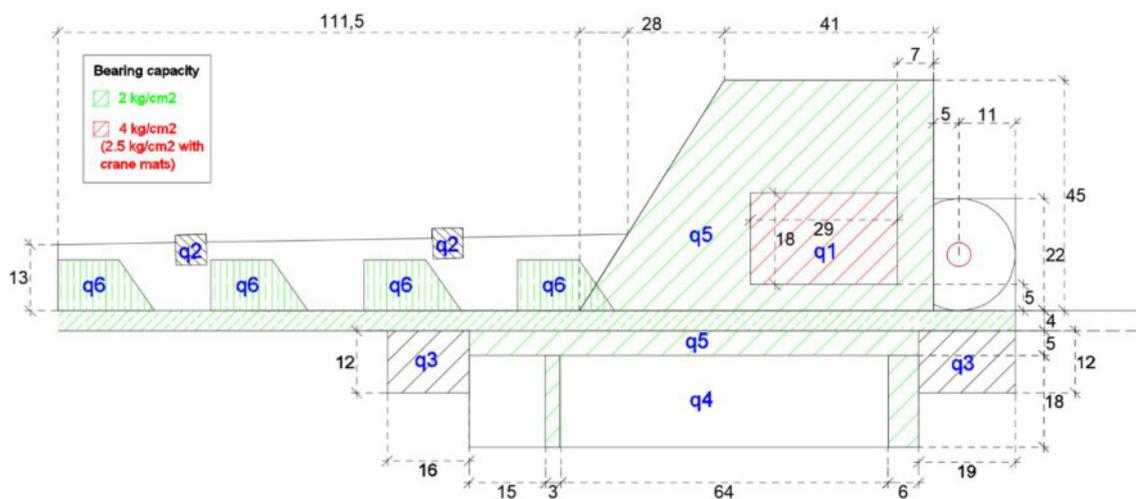


Figure 26. Model T135m (54A) – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower



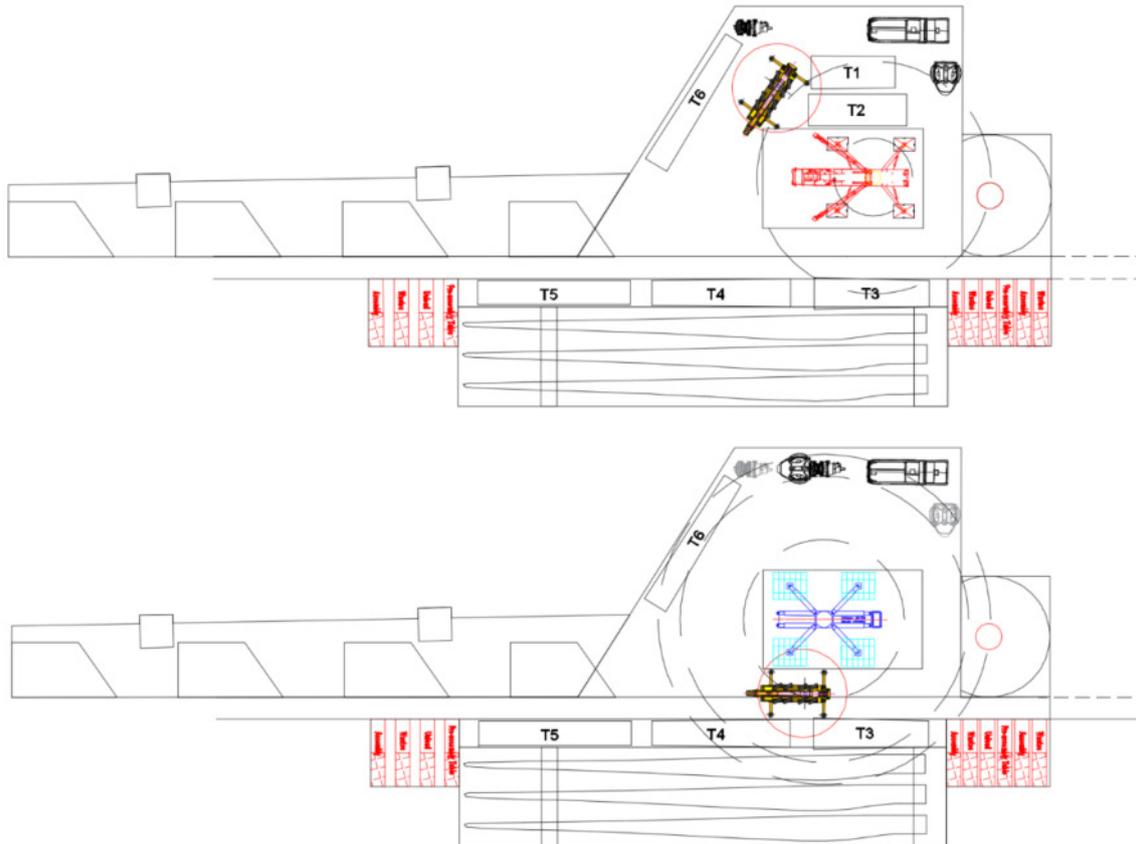


Figure 27. Model T135m (54A) - Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.10. T135m (54A) 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 44m + (45m x 44m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 41m x 45m + (28m x 45m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 36. Dimensions of the areas of model T135m (54A) with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

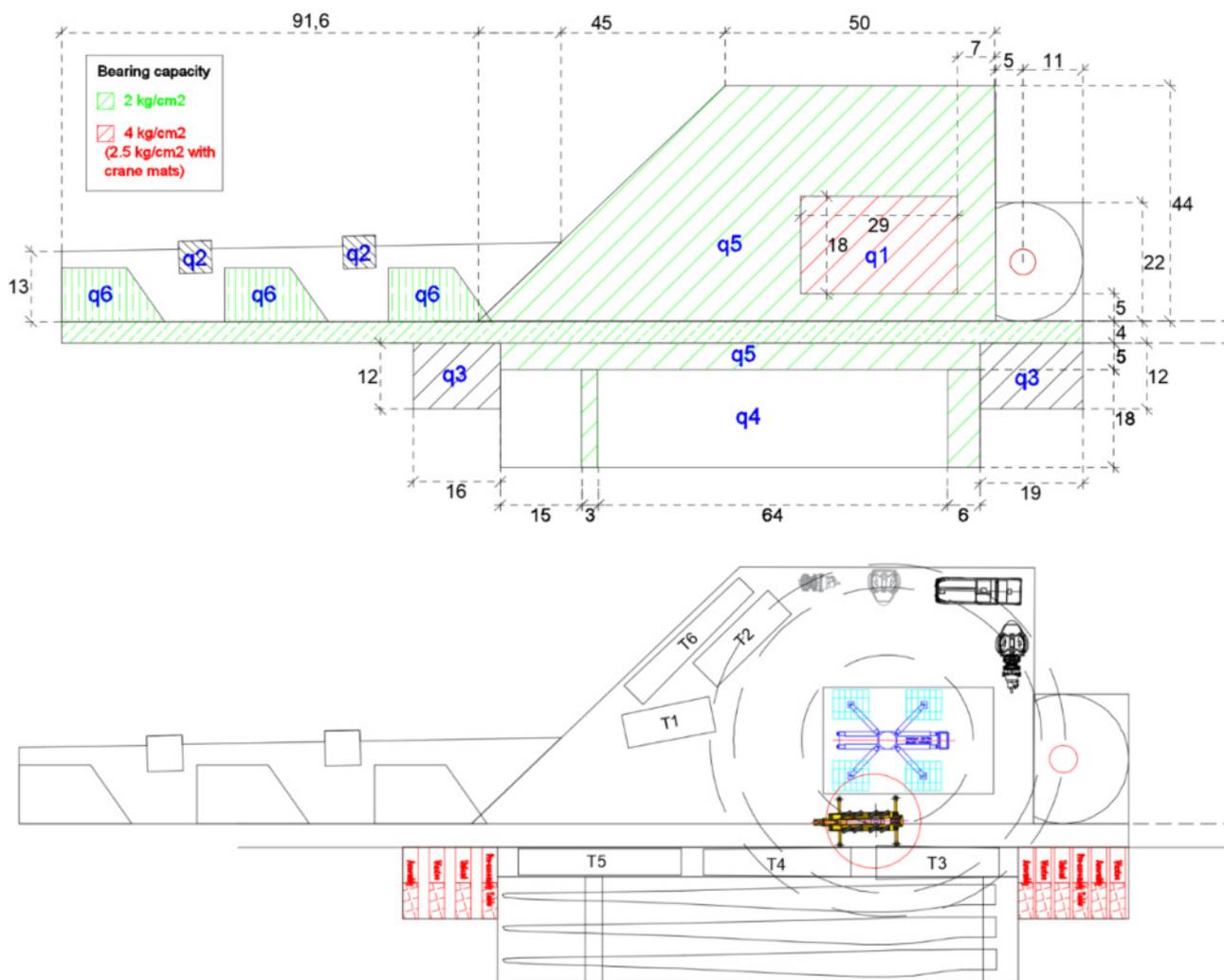
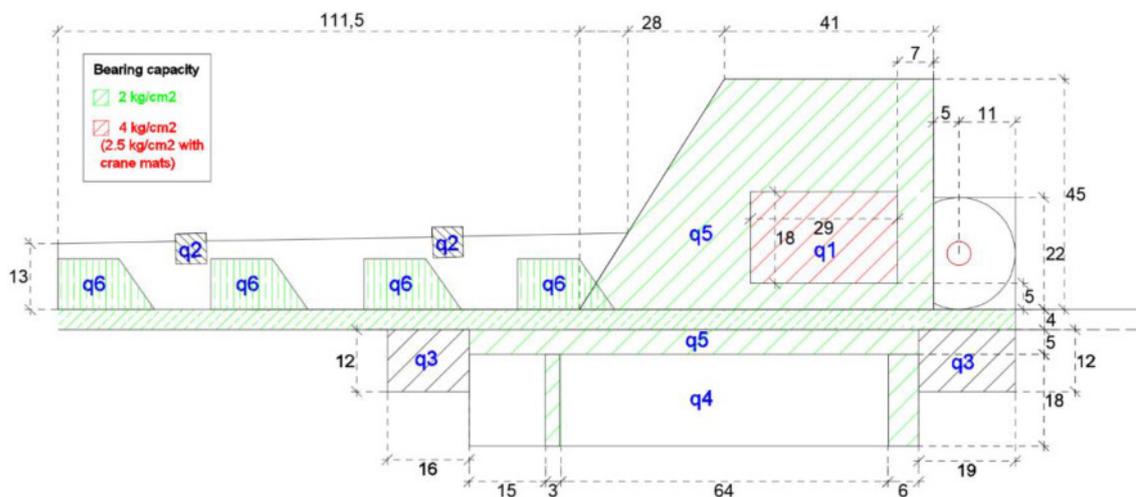


Figure 28. Model T135m (54A) – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower



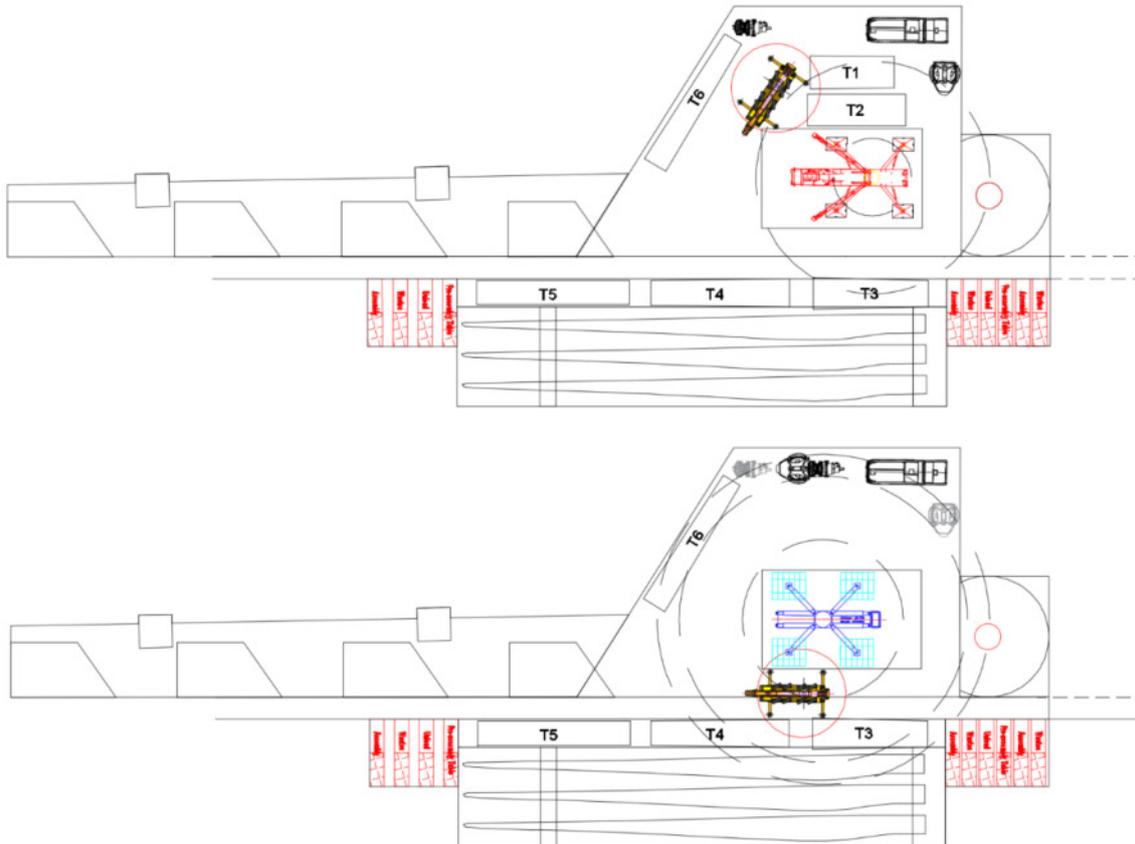


Figure 22. Model T135m (54A) - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.11. T145m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1: 26m 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: 60m x 51m + (38m x 51m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 47m x 52m + (44m x 52m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 37. Dimensions of the areas of model T145m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

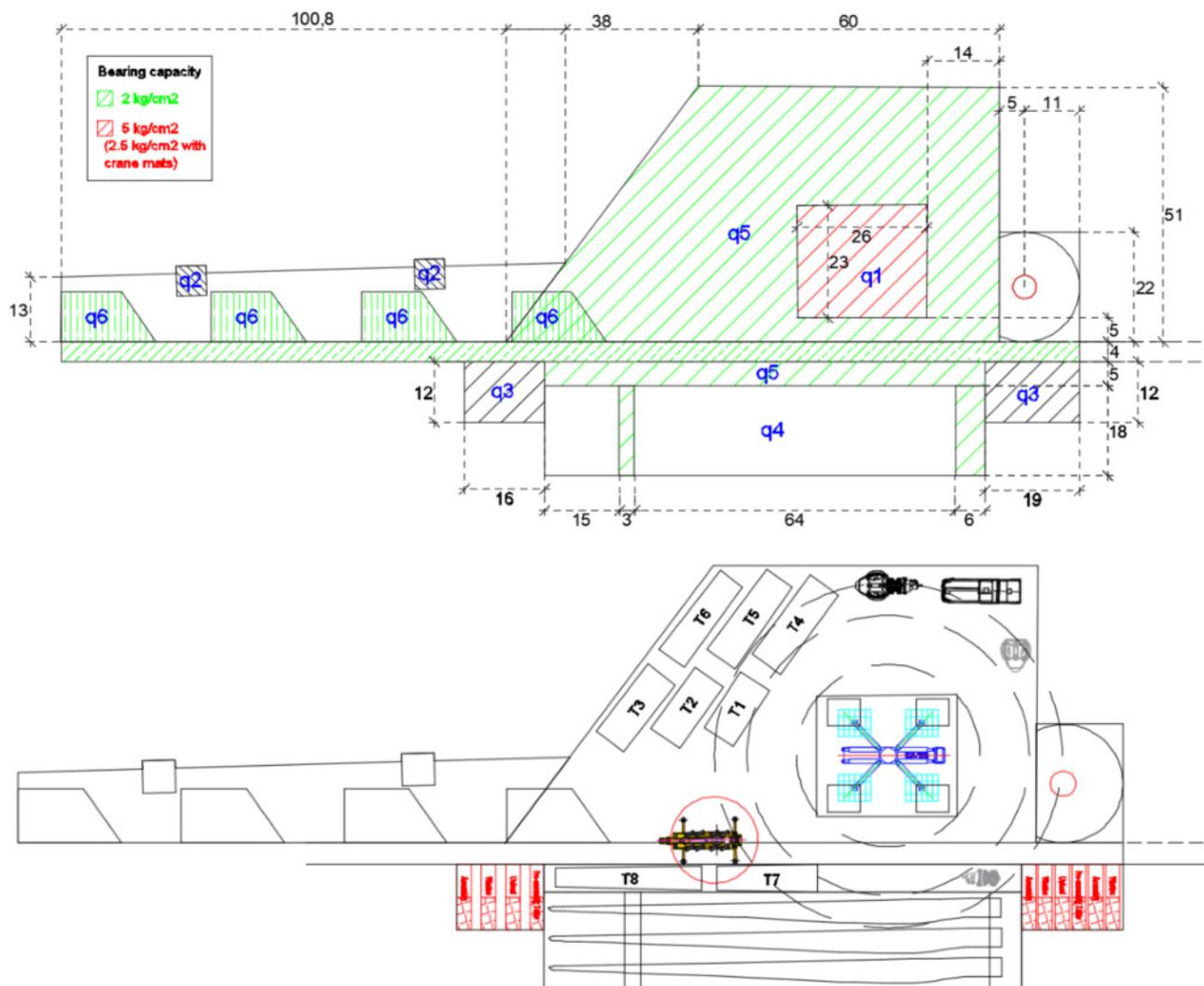
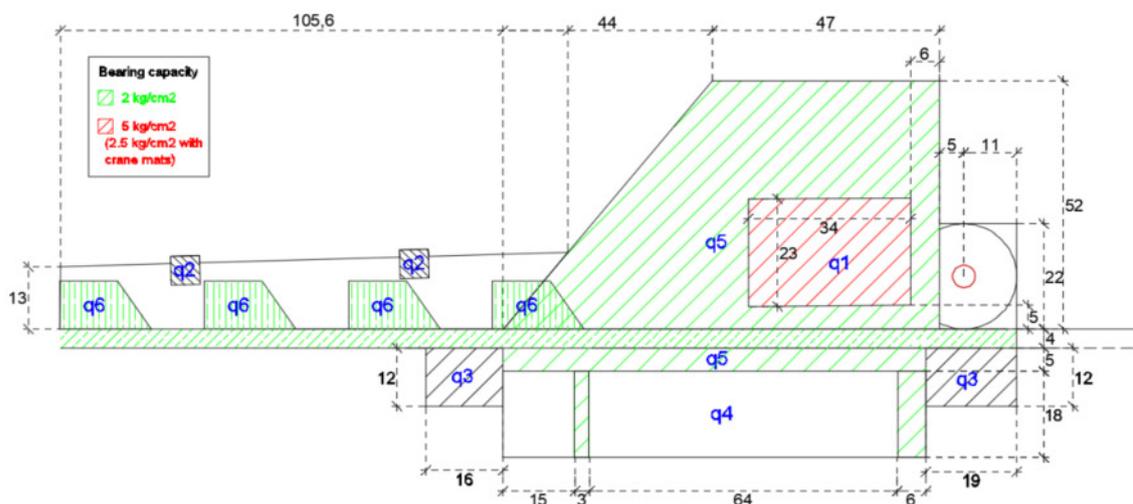


Figure 30. Model T145m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower



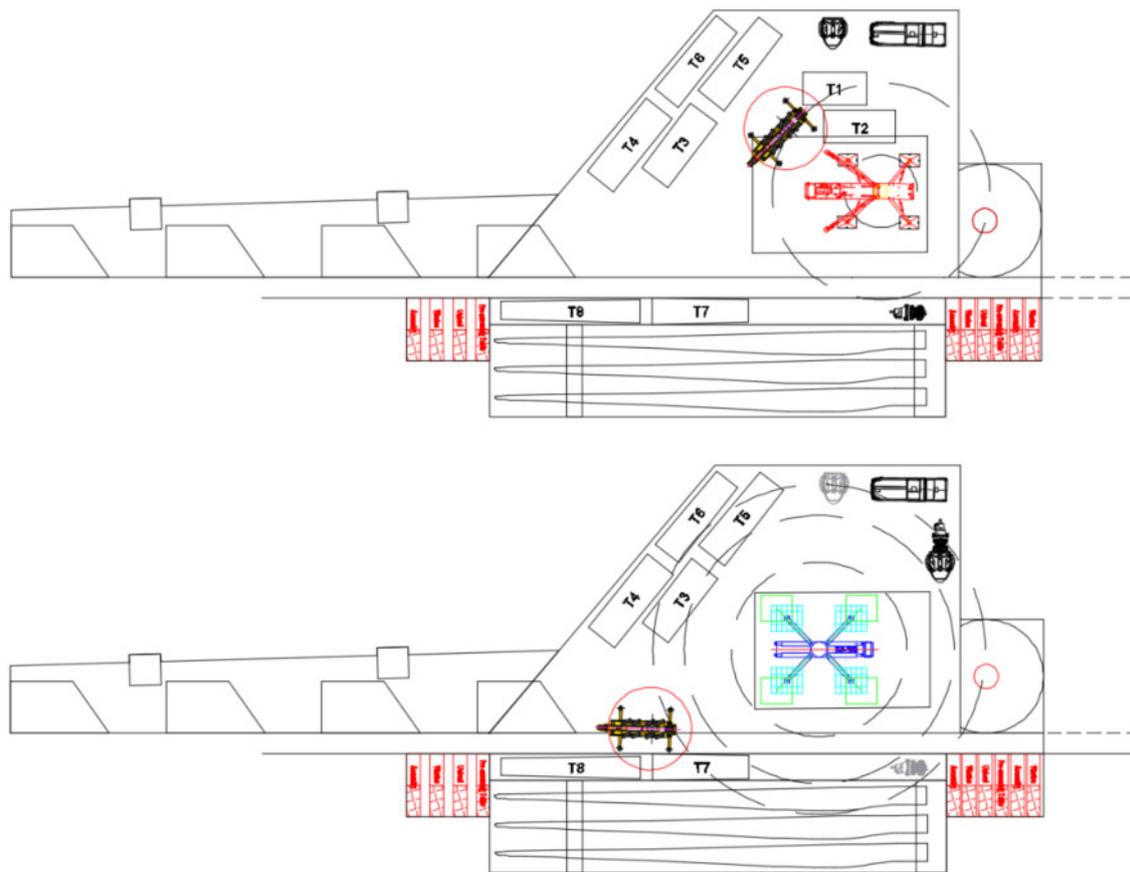


Figure 31. Model T145m - Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.12. 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: 41m x 49m + (36m x 49m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 39m x 49m + (41m x 49m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 38. Dimensions of the areas of model T145m with strategy 4 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

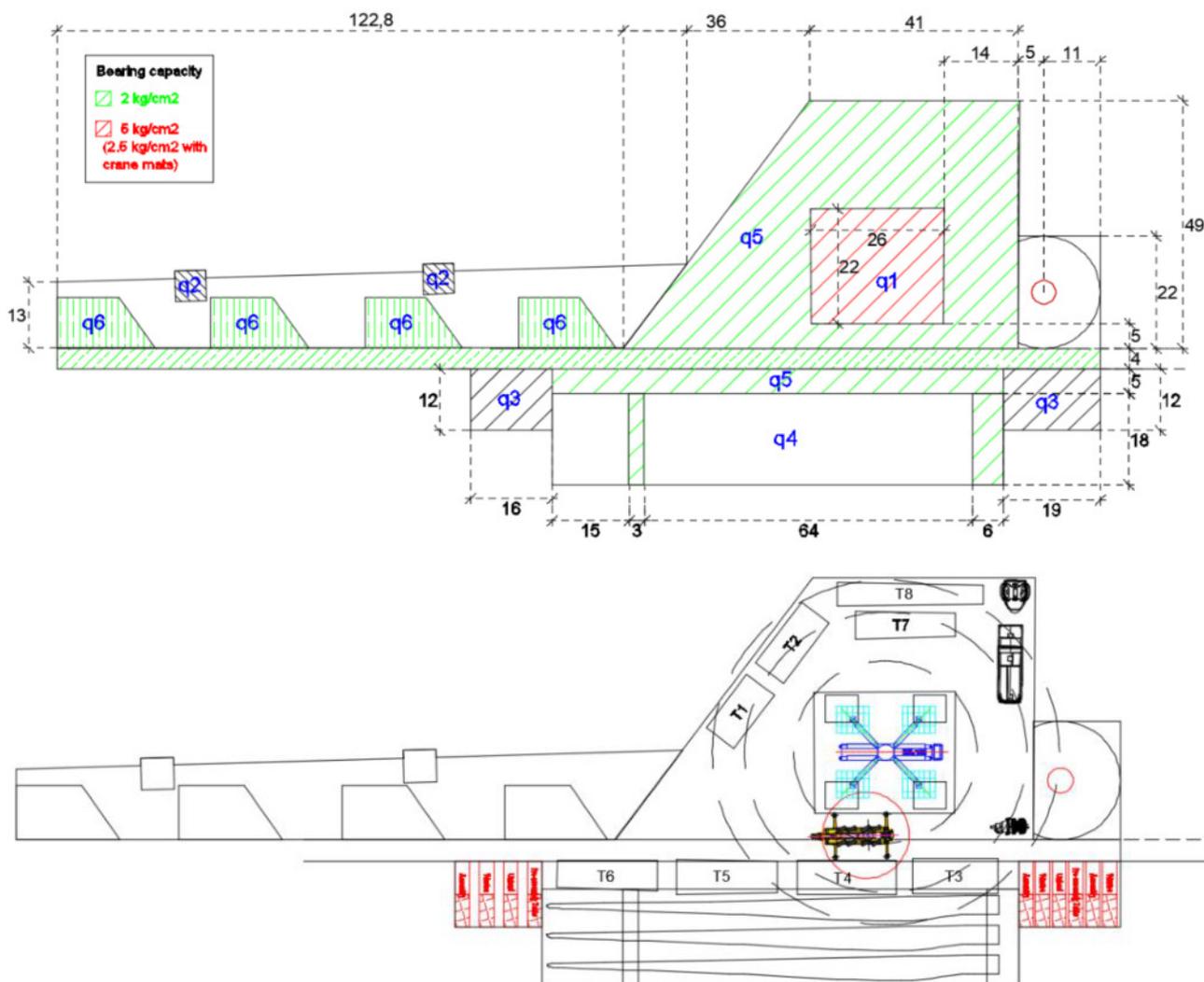
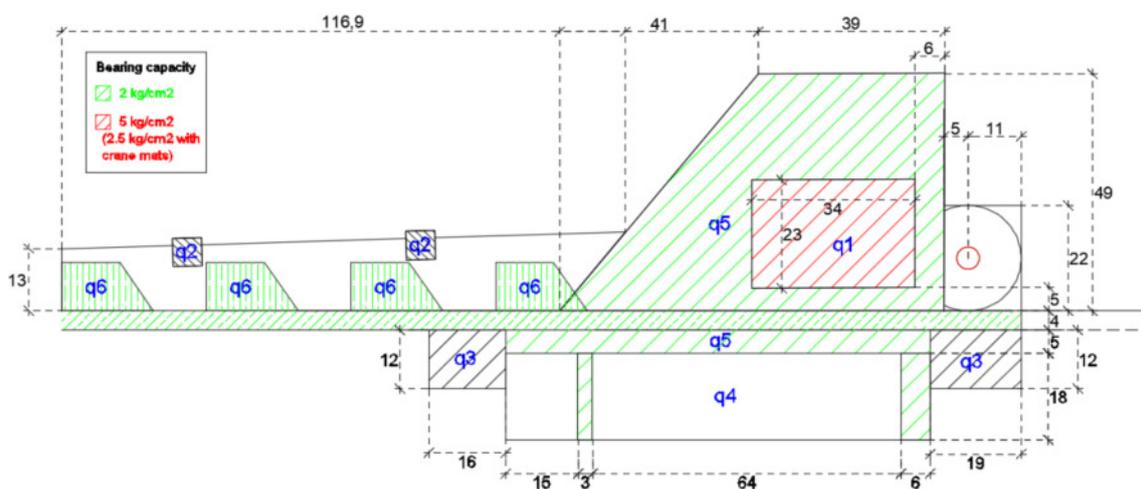


Figure 32. Model T145m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower



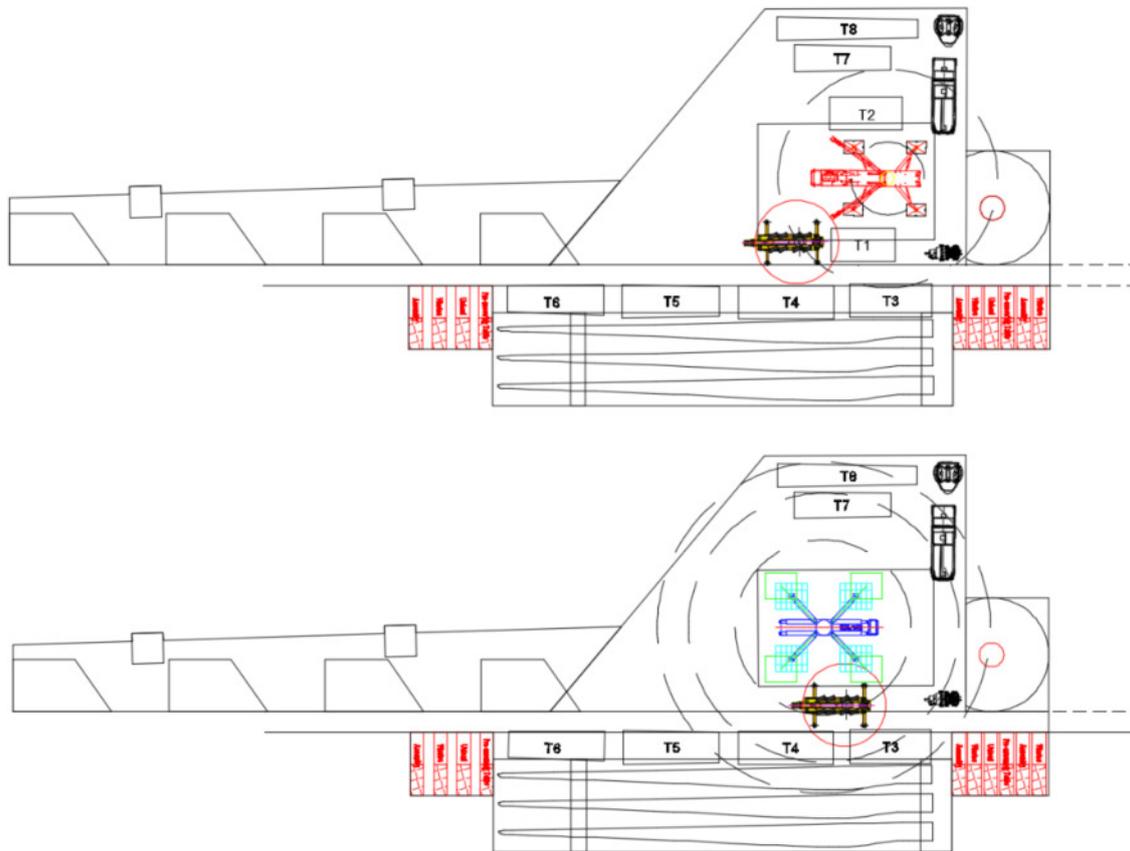


Figure 33. Model T145m - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.13. T150m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1: 26m 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: 60m x 51m + (38m x 51m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 47m x 52m + (44m x 52m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 39. Dimensions of the areas of model T150m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

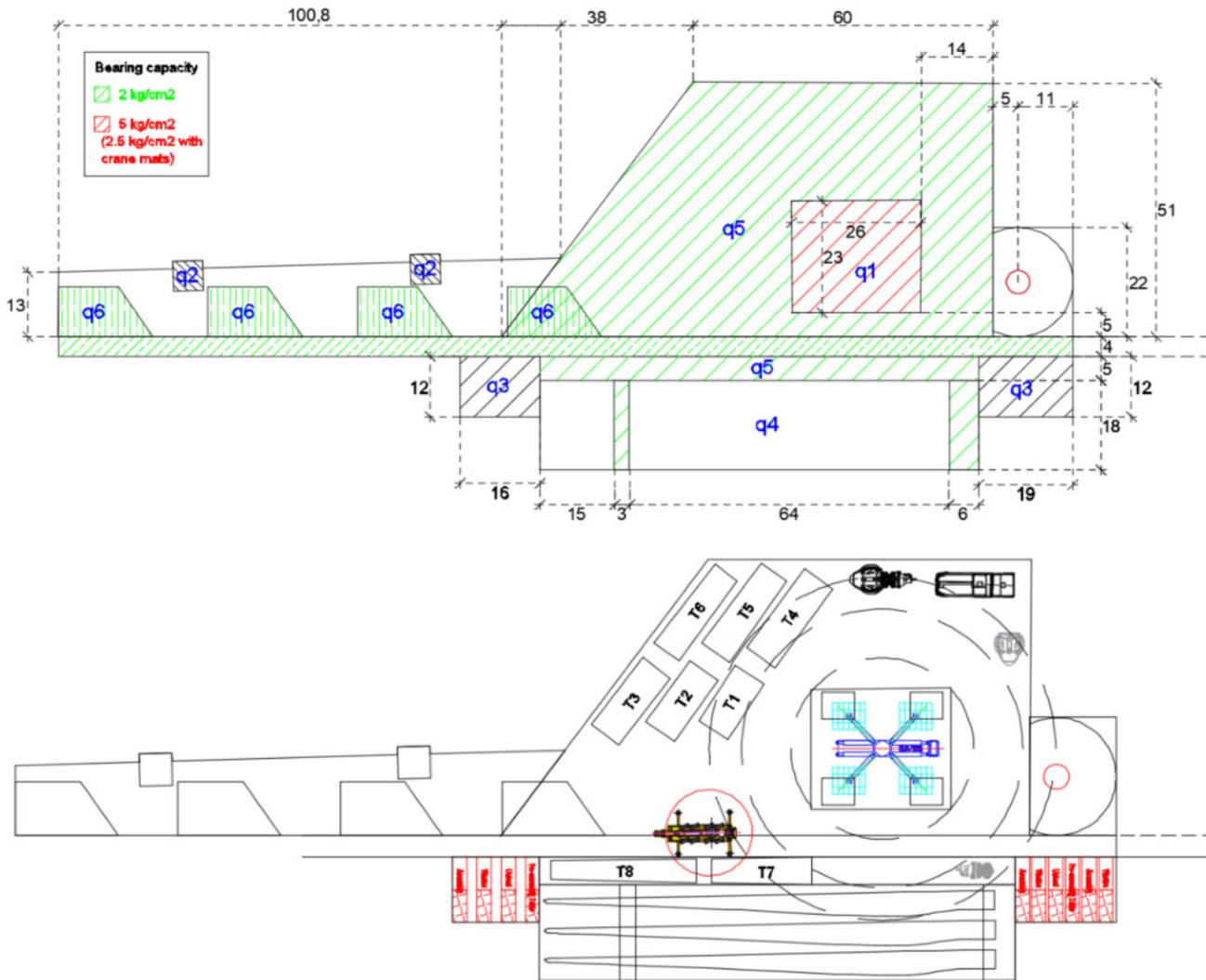
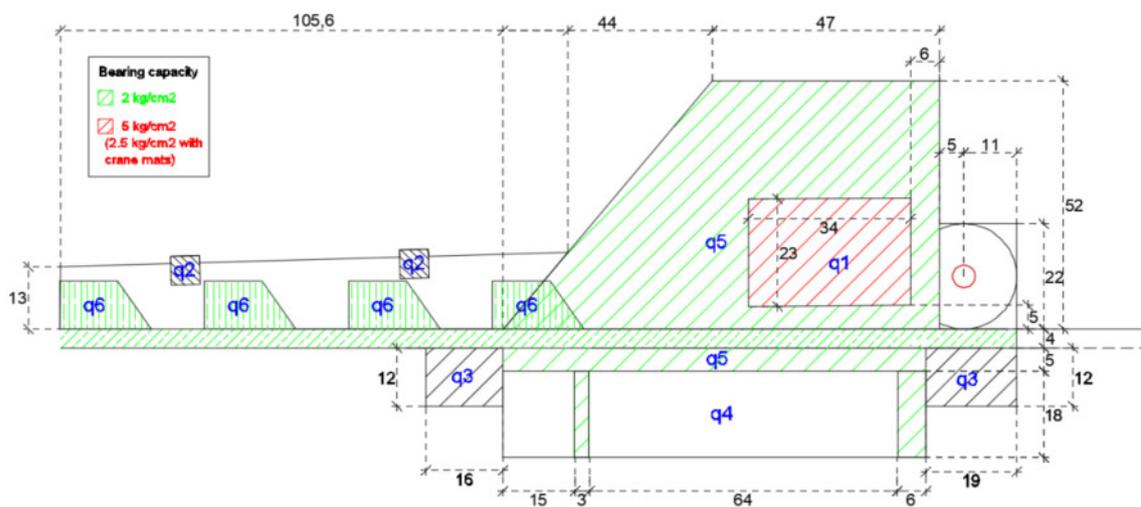


Figure 34. Model T150m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower



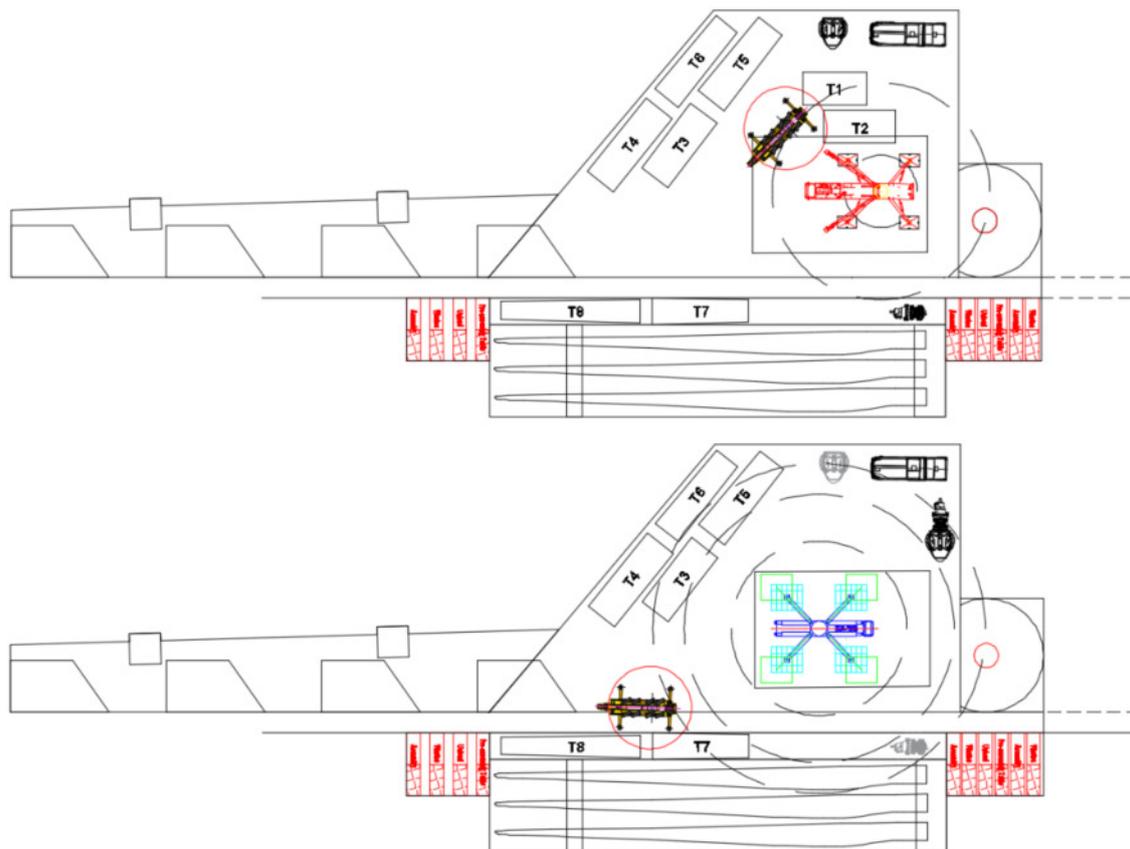


Figure 35. Model T150m - Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.14. T150m 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: 41m x 49m + (36m x 49m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 39m x 49m + (41m x 49m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 40. Dimensions of the areas of model T150m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

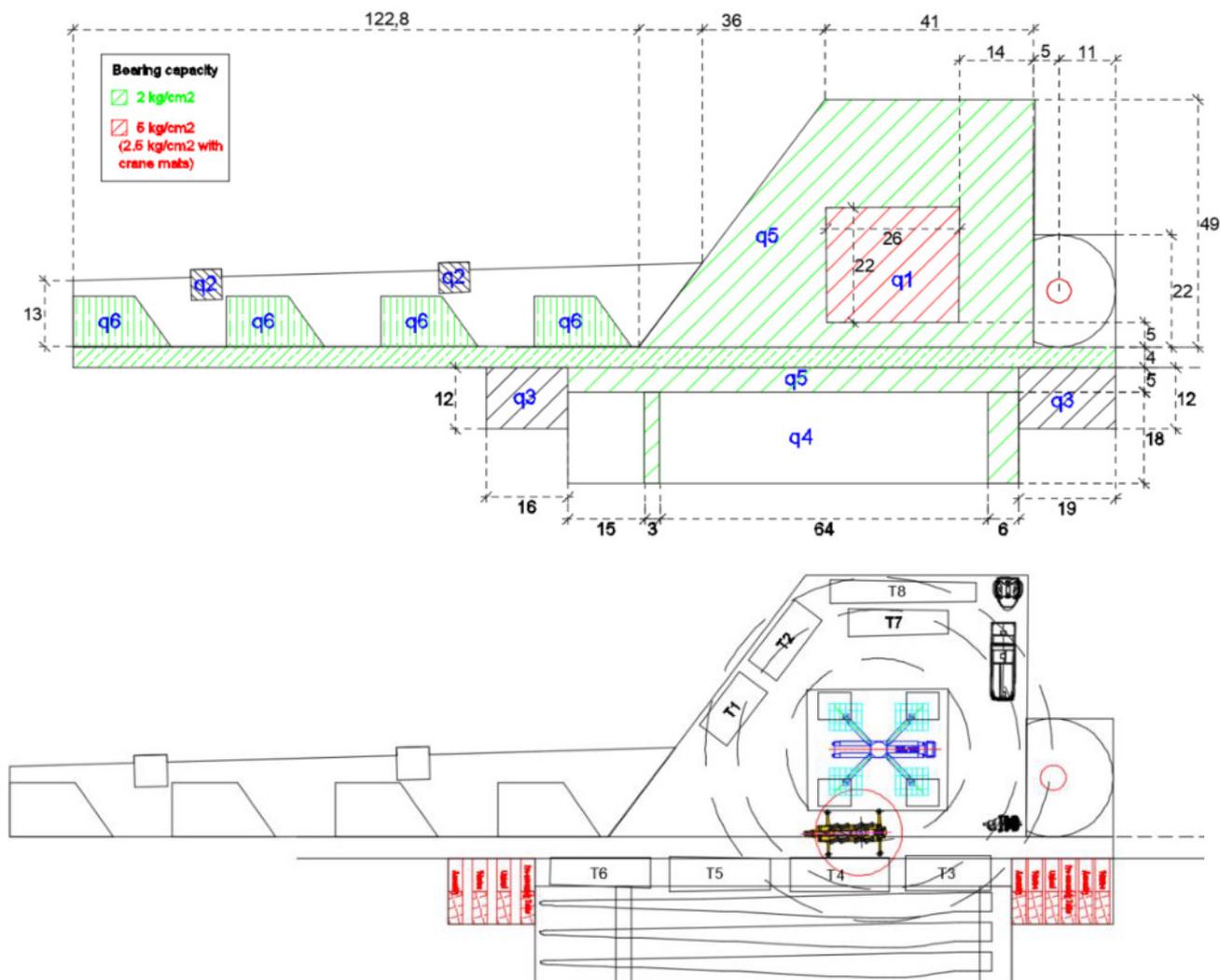
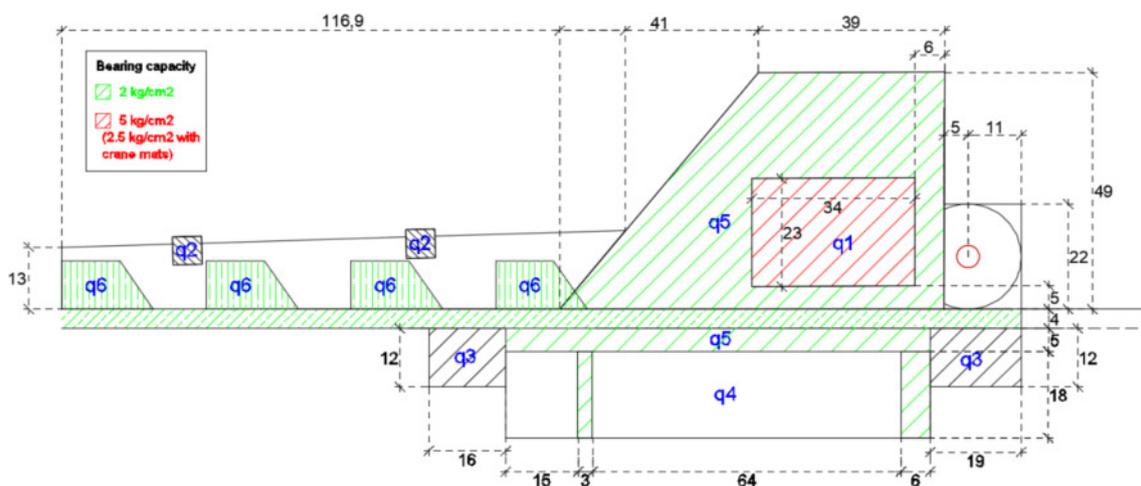


Figure 36. Model T150m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower



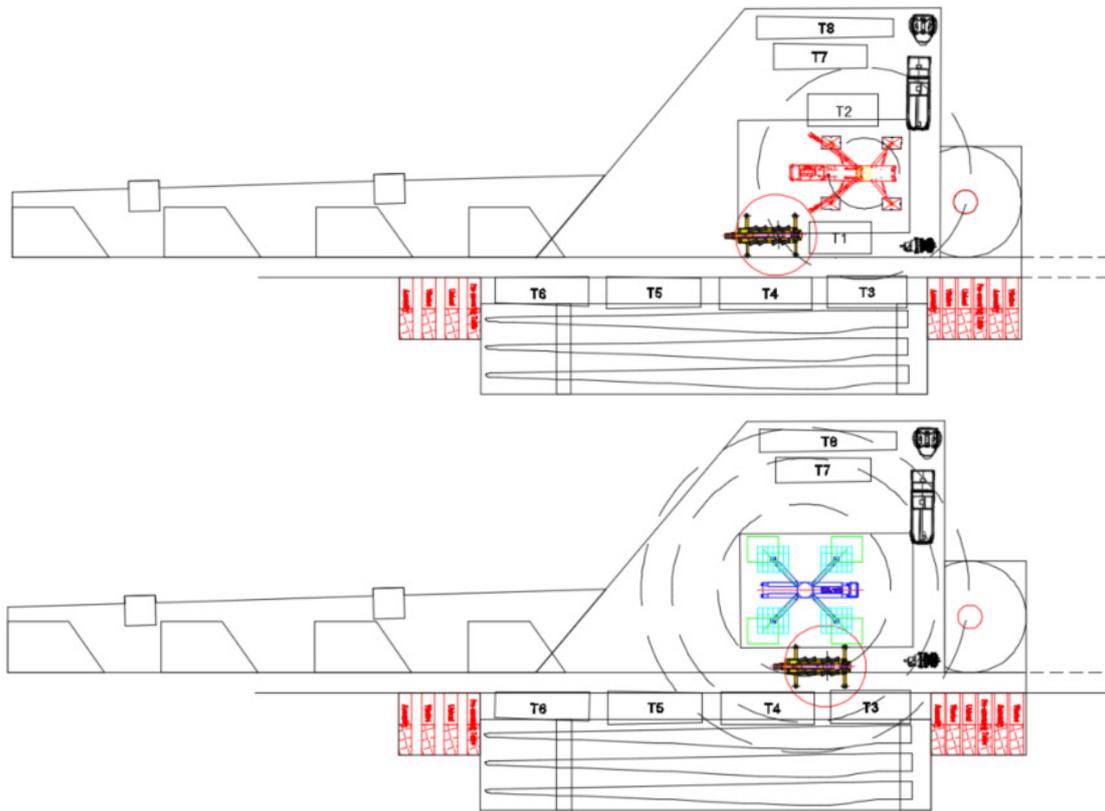


Figure 37. Model T150m - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.15. T155m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

The sizing of the hardstand corresponds to the use of a large wide track crawler crane and not the standard crane LG1750.

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	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: 51m x 51m + (38m x 51m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 53m x 46m + (38m x 56m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 41. Dimensions of the areas of model T155m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

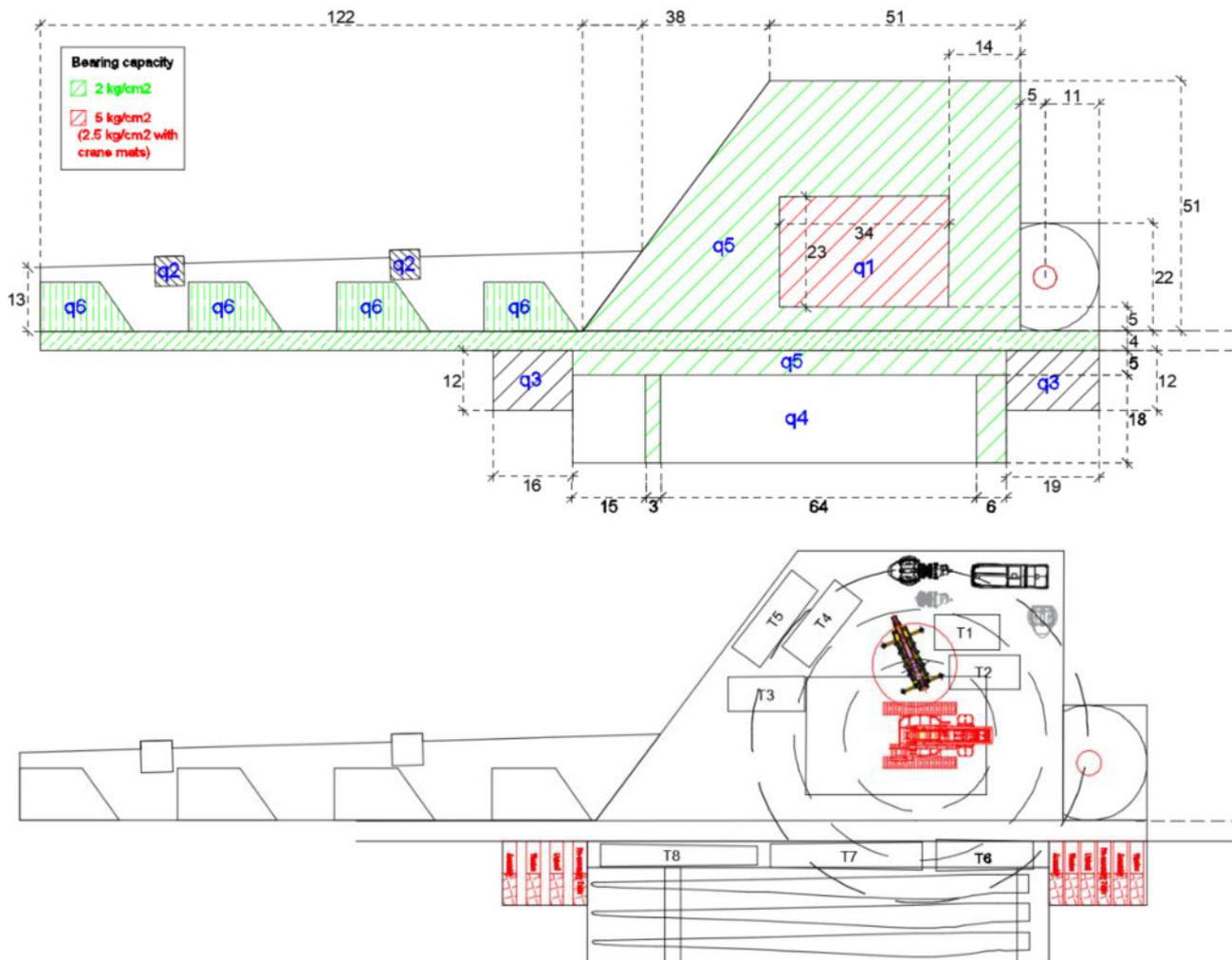
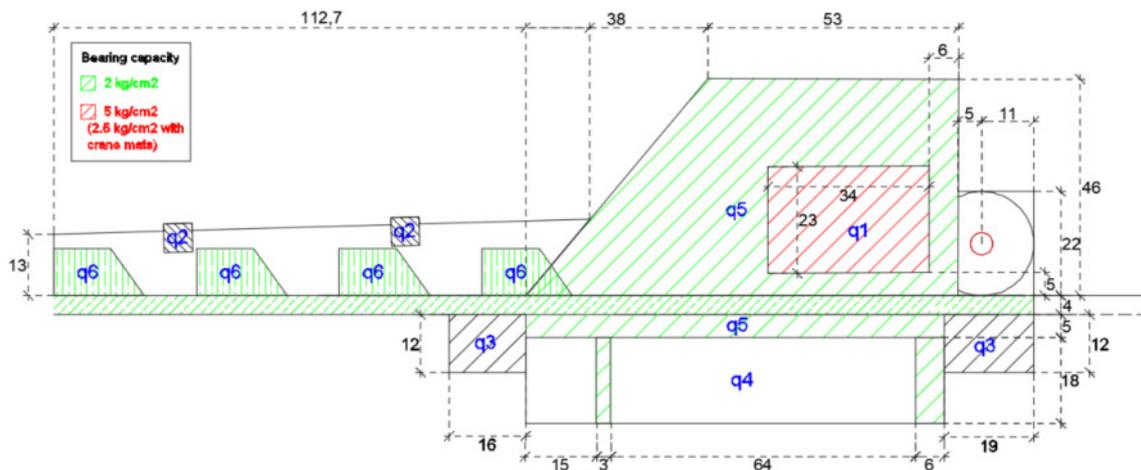


Figure 38. Model T155m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower



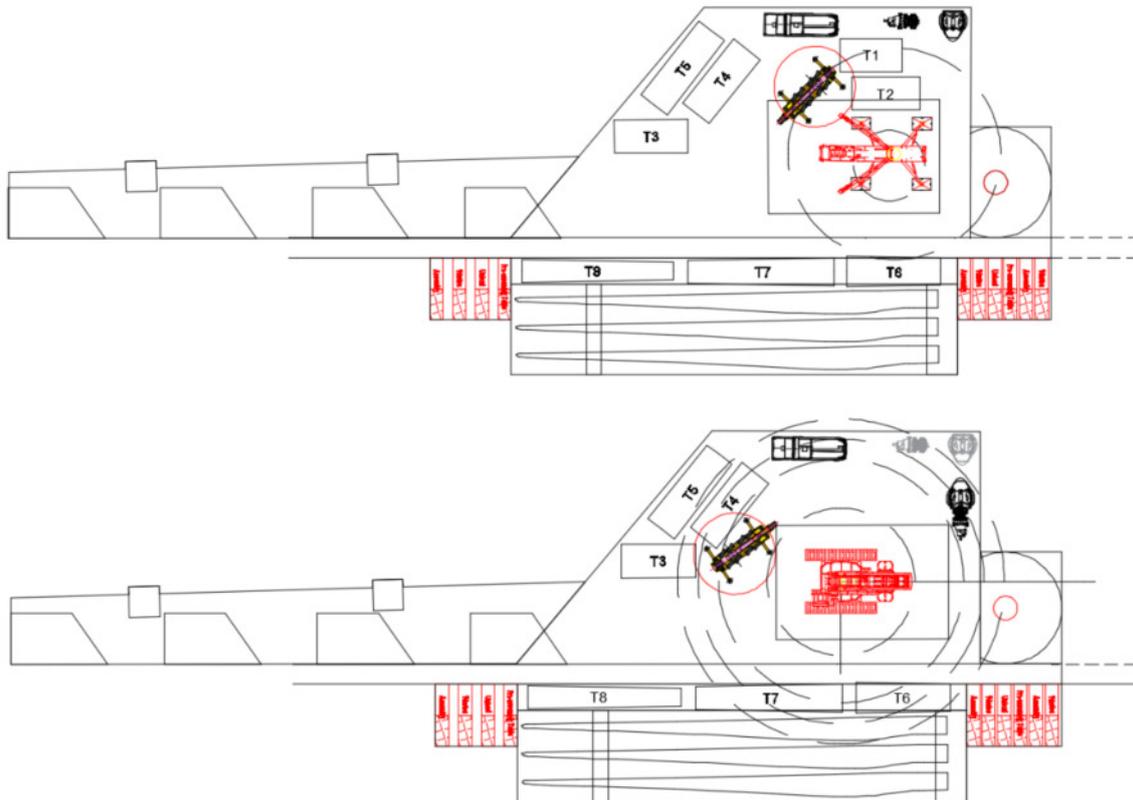


Figure 23. Model T155m - Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.16. T155m 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: 41m x 49m + (36m x 49m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
Partial storage (SGRE standard)	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: 41m x 49m + (36m x 49m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 42. Dimensions of the areas of model T155m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

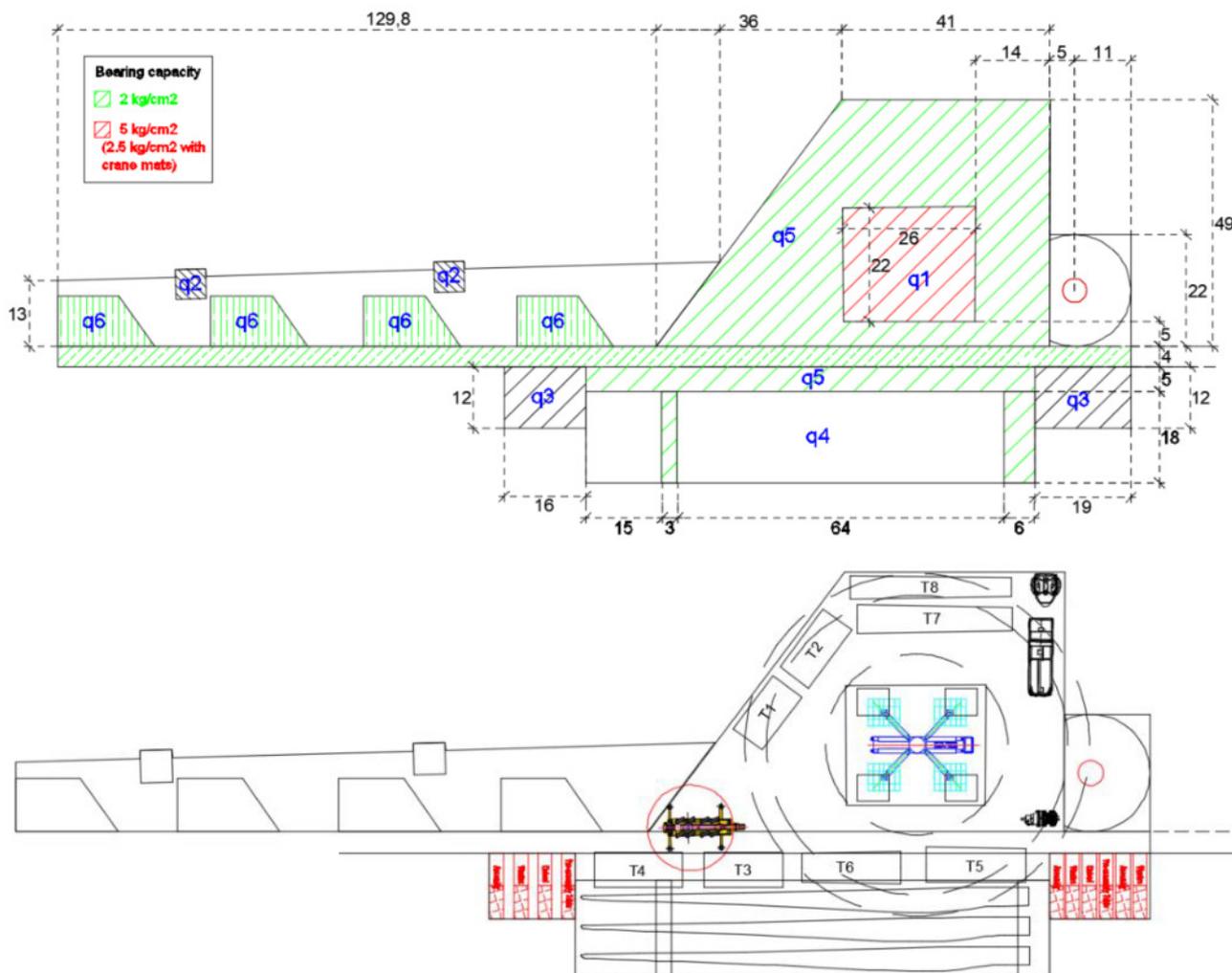
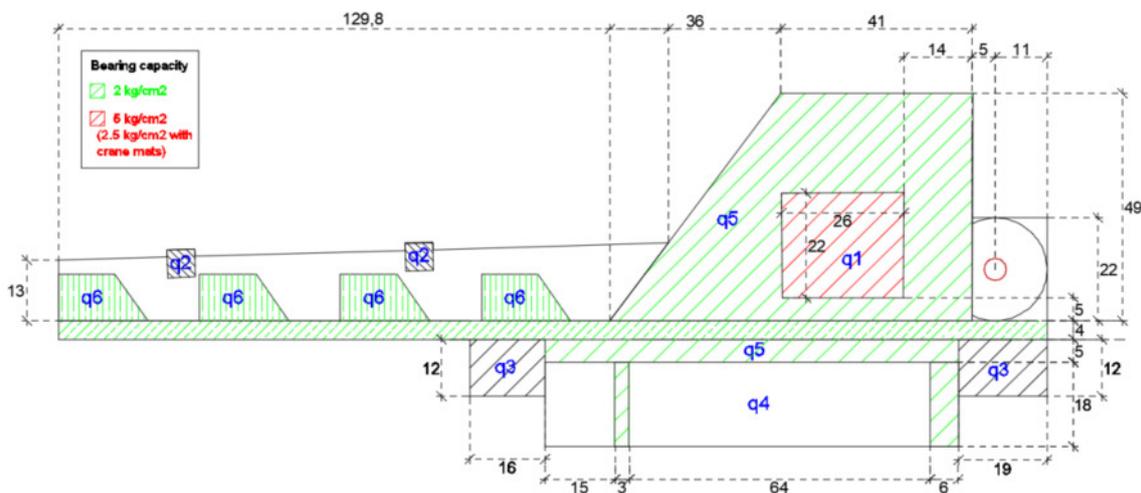


Figure 40. Model T155m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower



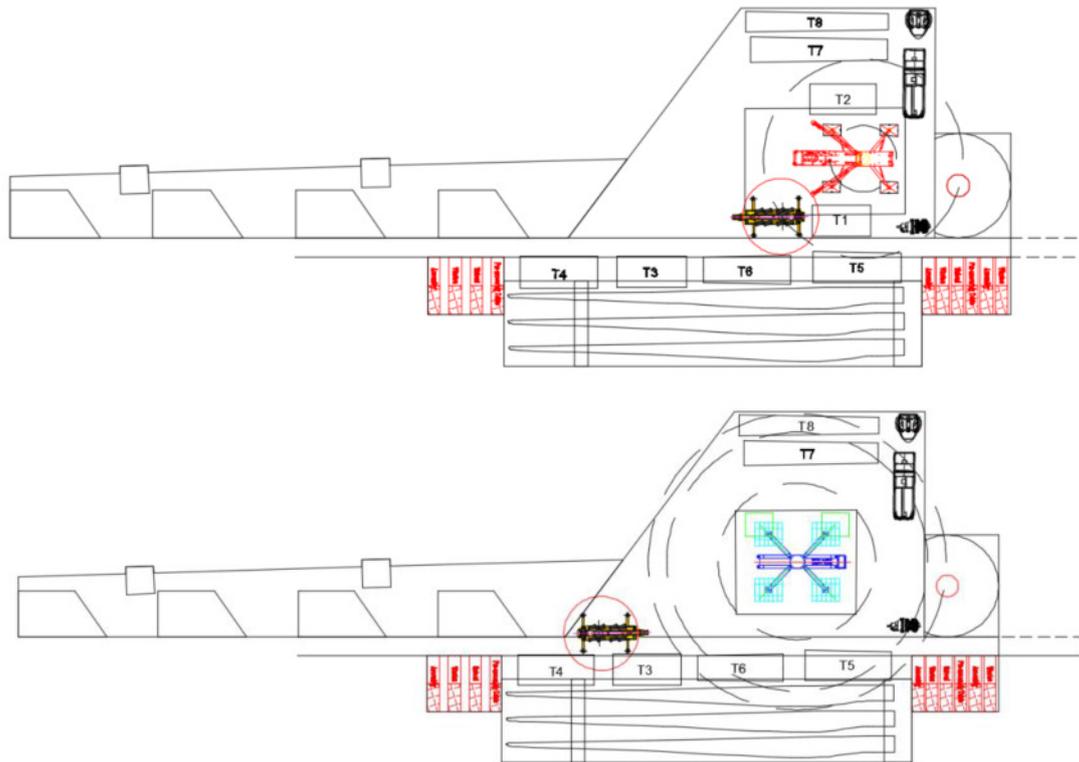


Figure 41. Model T155m - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.17. T165m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	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: 51m x 51m + (38m x 51m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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: 53m x 46m + (38m x 56m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 16 Dimensions of the areas of model T155m with strategy 3 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

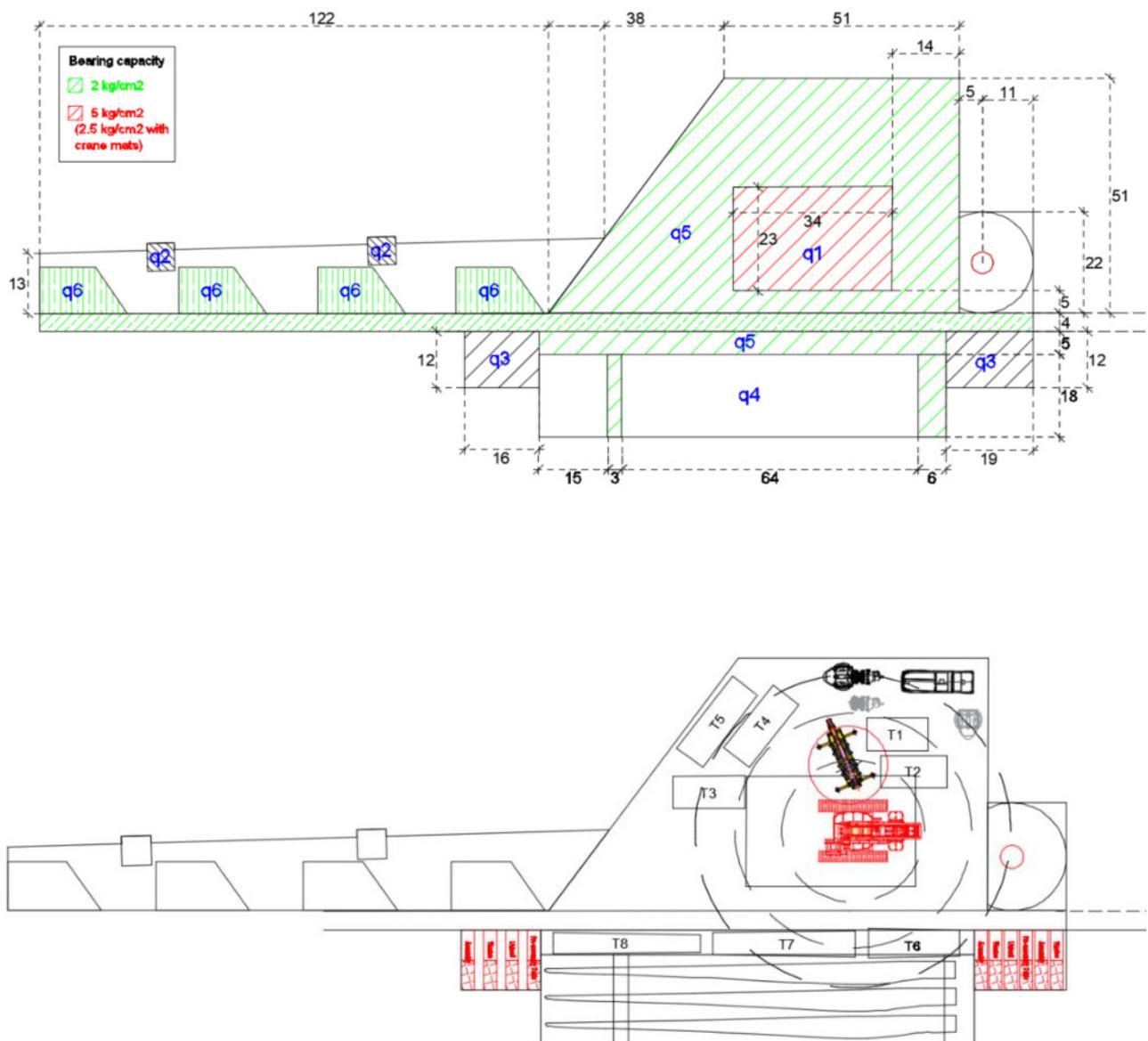


Figure 24 Model T155m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower

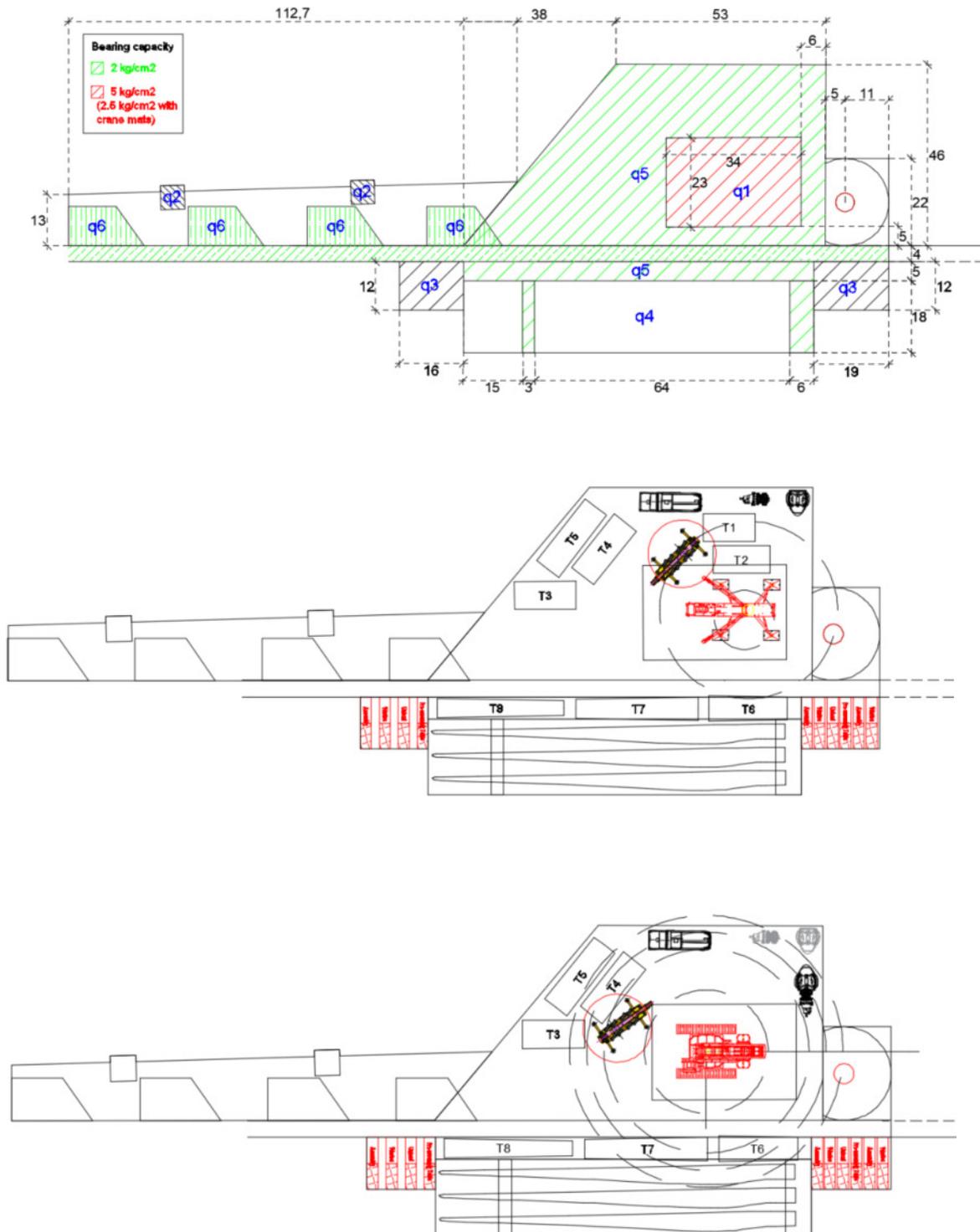


Figure 25 Model T155m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.18. T165m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

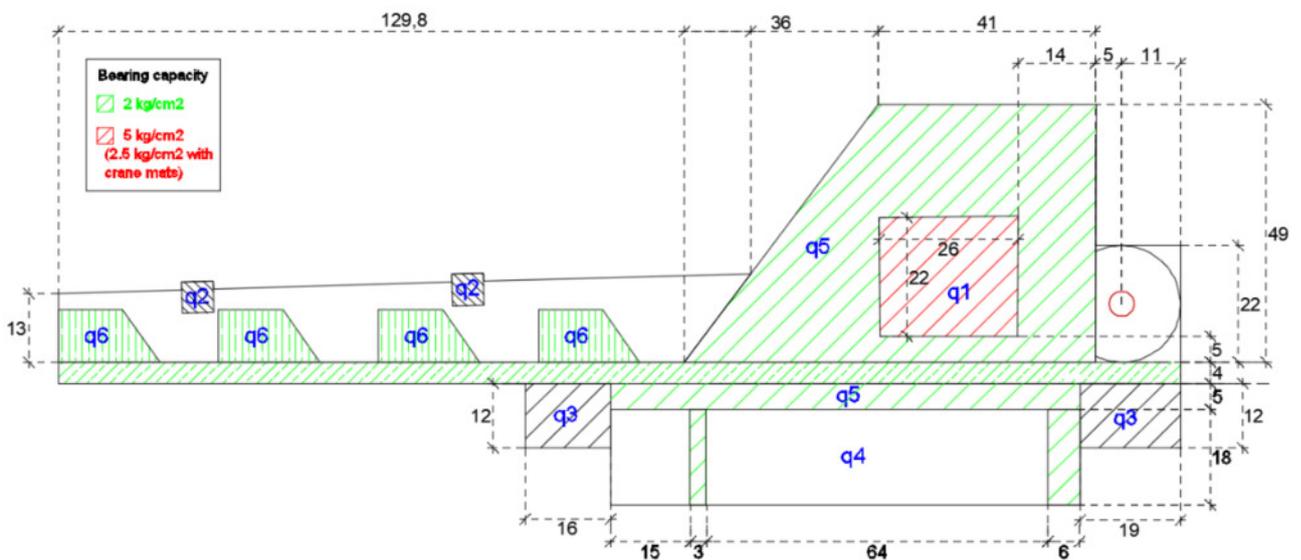
- Tailing crane offloading

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: 41m x 49m + (36m x 49m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
Partial storage (SGRE standard)	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: 41m x 49m + (36m x 49m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 17 Dimensions of the areas of model T155m with strategy 4 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower



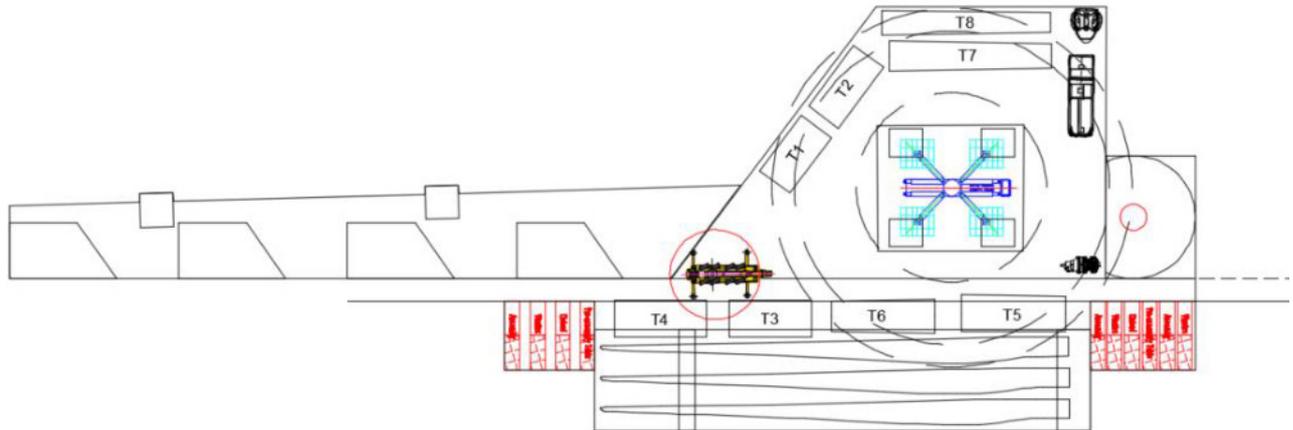
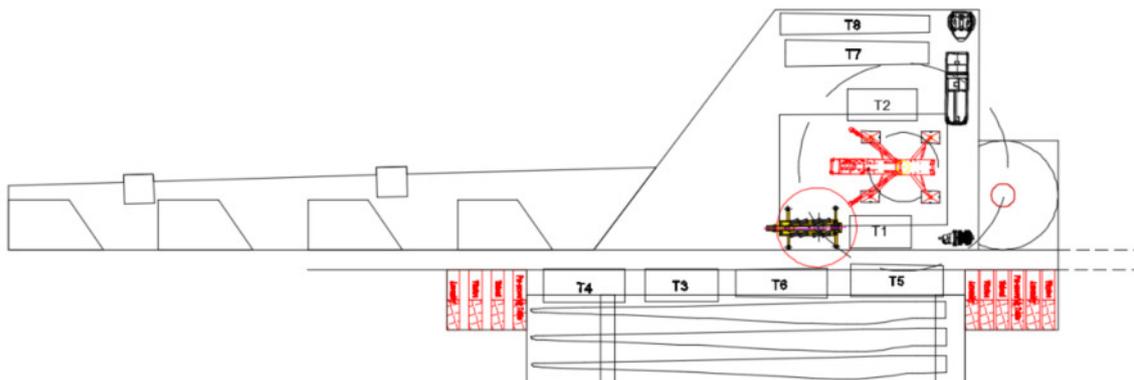
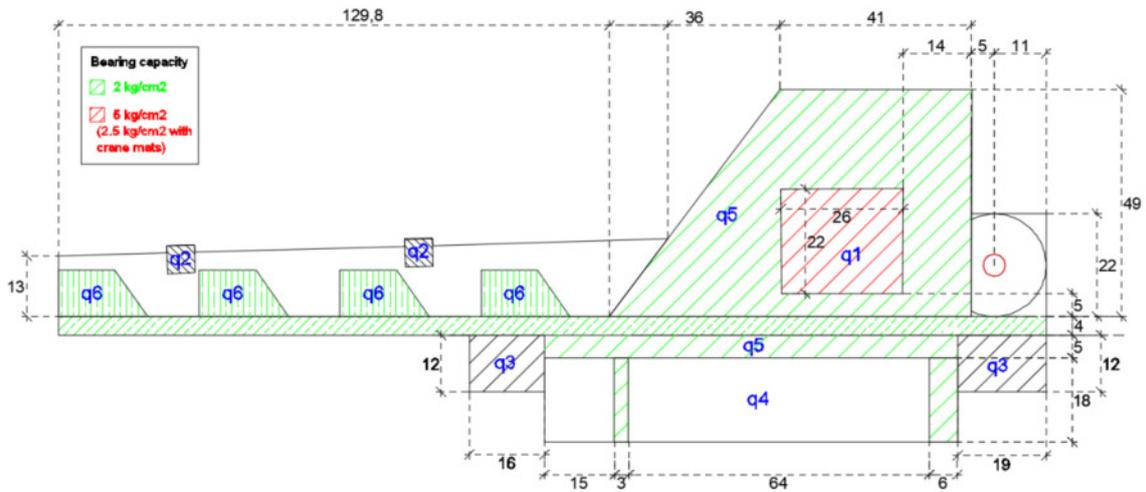


Figure 26 Model T155m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard) – STD tower



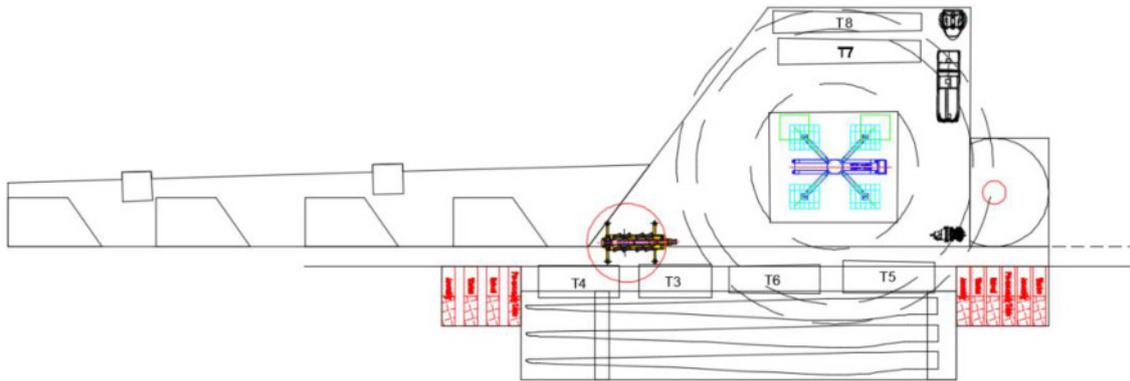


Figure 27 Model T155m - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.19. T165m MB - WT tubular steel tower Hardstand with strategy 3

The sizing of the hardstand corresponds to the use of a large wide track crawler crane and not the standard crane LG1750.

- 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: 59m x 50m + (18m x 50m)/2 + 8m x 10m – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
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 + (14m x 42m)/2 + 8m x 10m – q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 24. Dimensions of the areas of model T165m MB – WT with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

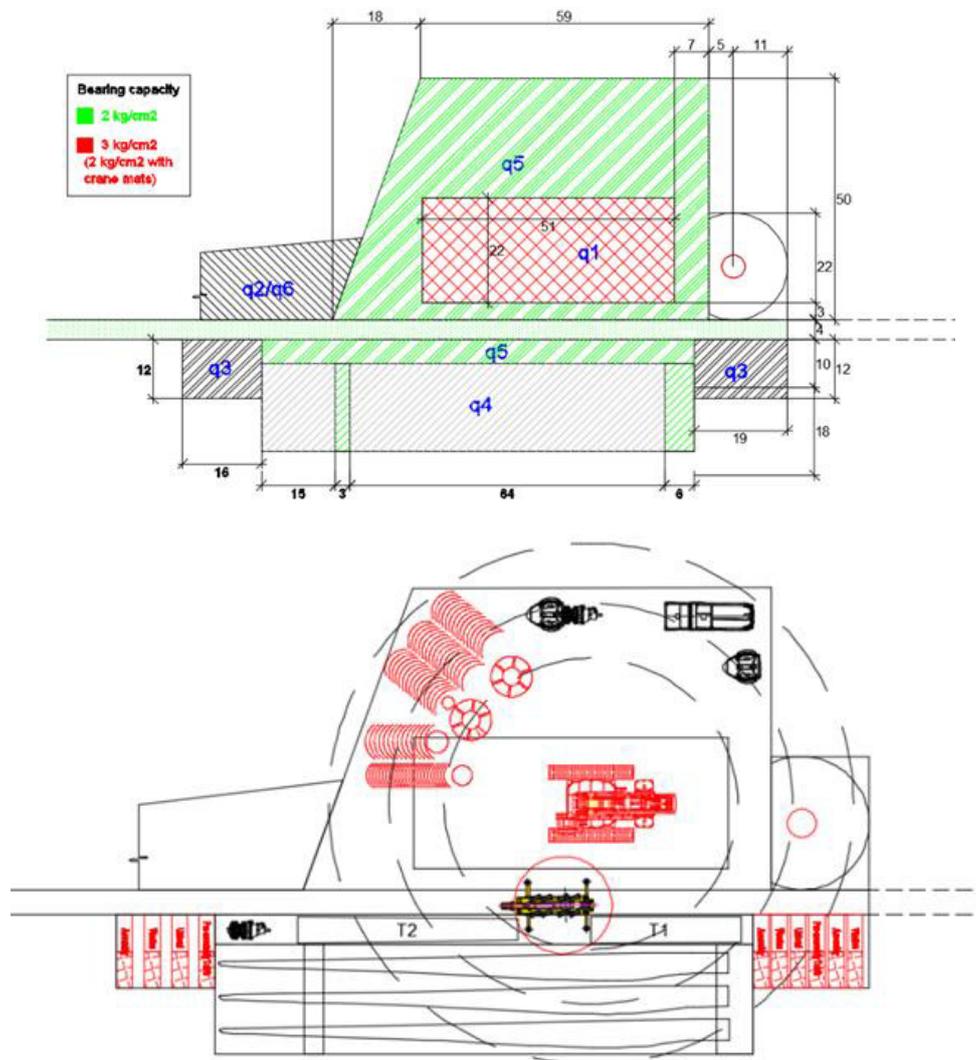
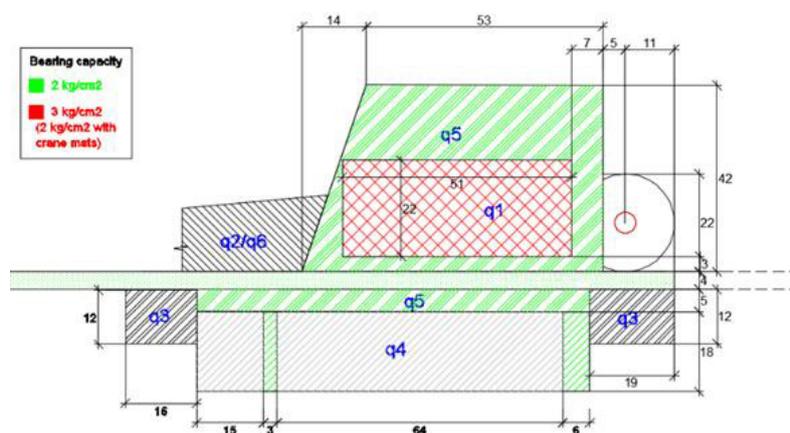


Figure 42. Model T165m MB – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)



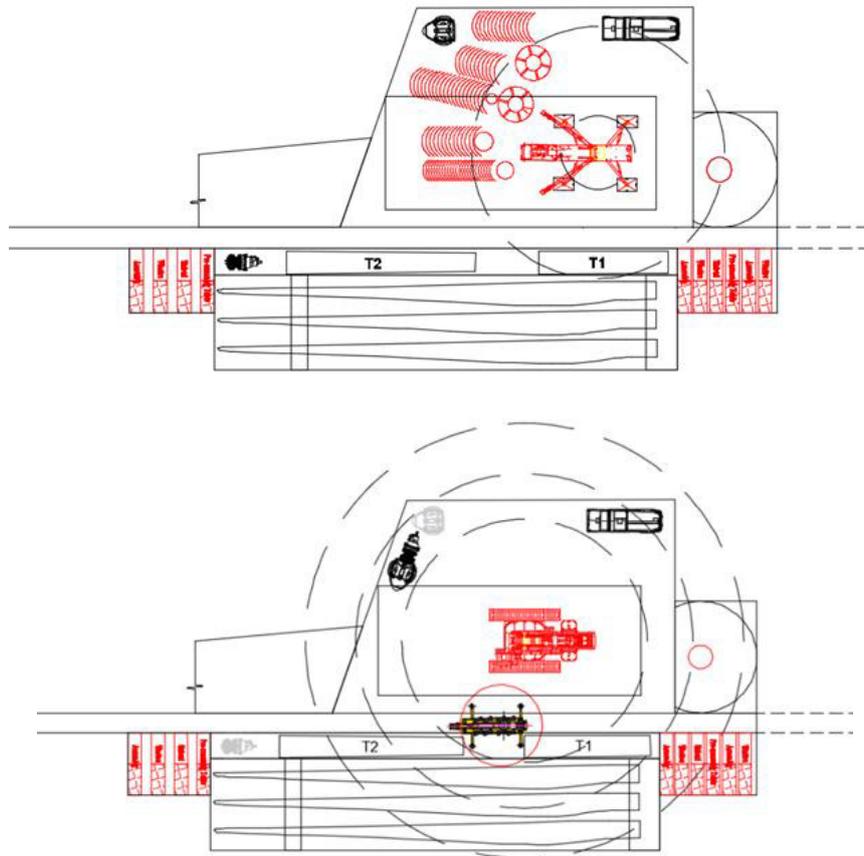


Figure 43. Model T165m MB – WT – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.20. T165m MB - WT tubular steel tower Hardstand with strategy 4

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1: 33m x 28m q3: 16m x 12m + 19m x 12m q4: 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m) q5: 70m x 50m + (25m x 50m)/2 + 8m x 10m - q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
Partial storage (SGRE standard)	q1: 33m x 28m q3: 16m x 12m + 19m x 12m q4: 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m) q5: 51m x 50m + (29m x 50m)/2 + 8m x 10m - q1 + 88m x 5m + reinforced road part* q2/q6 : Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 18. Dimensions of the areas of model T165m MB – WT with strategy 4 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1phase

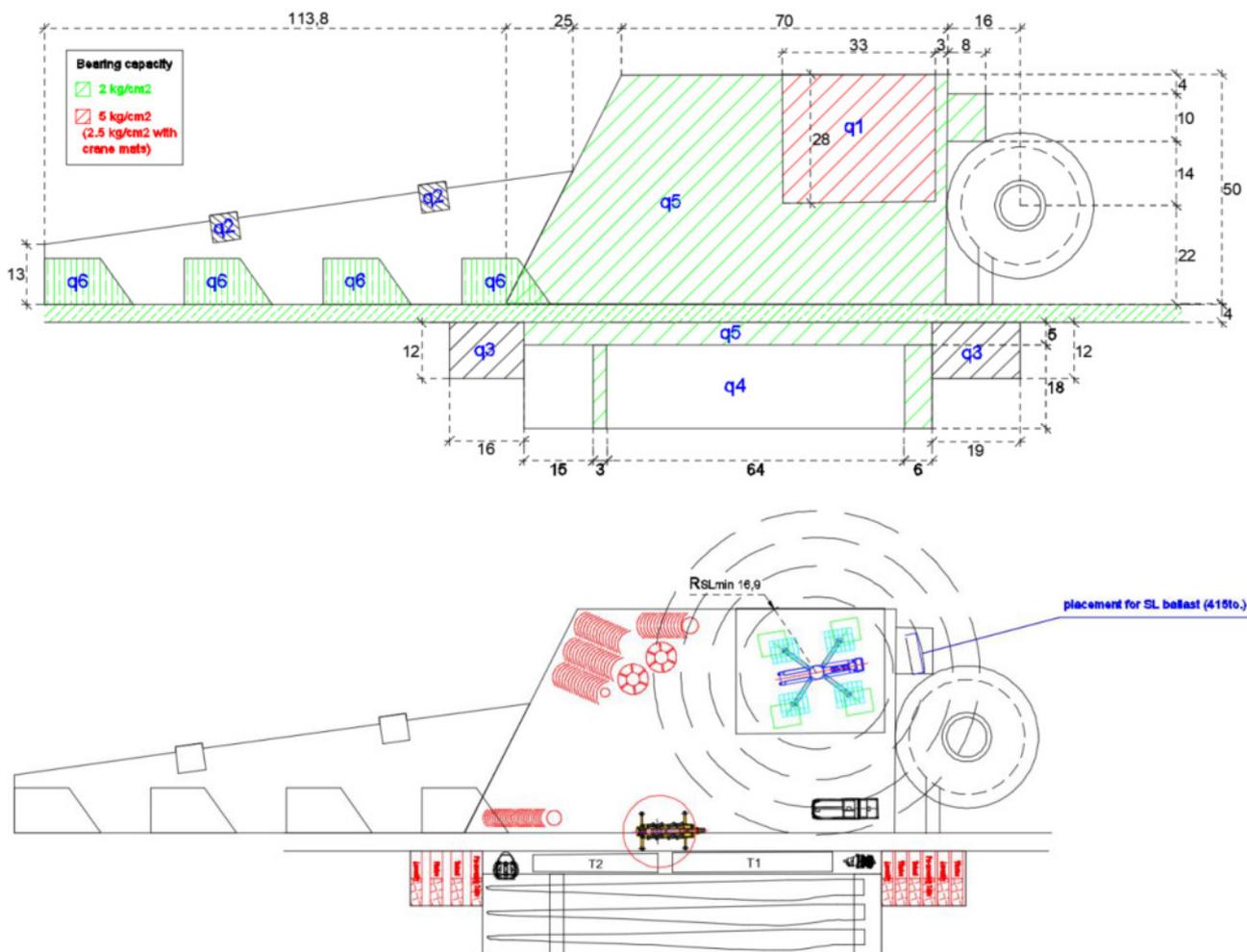
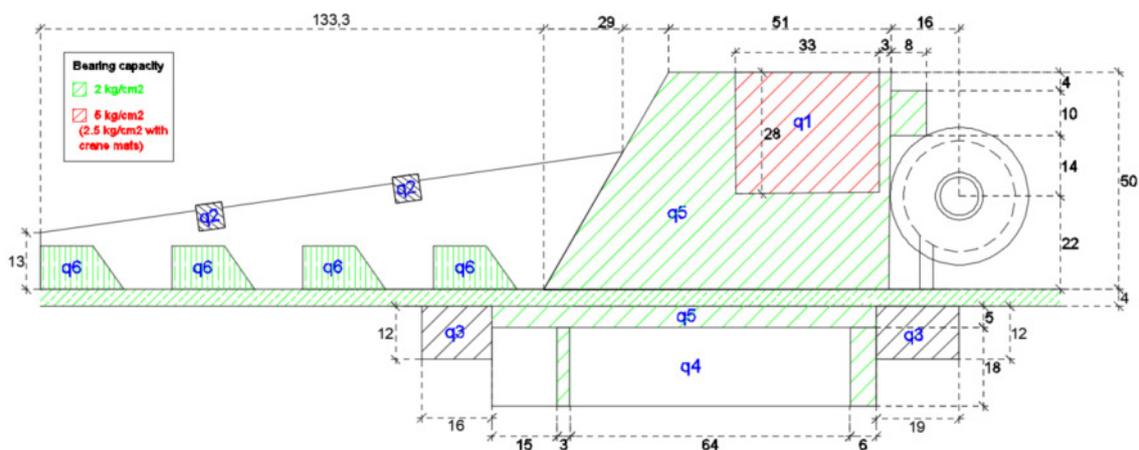


Figure 44. Model T165m MB – WT – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

- Partial storage – Assembly in 2 phases (SGRE standard)



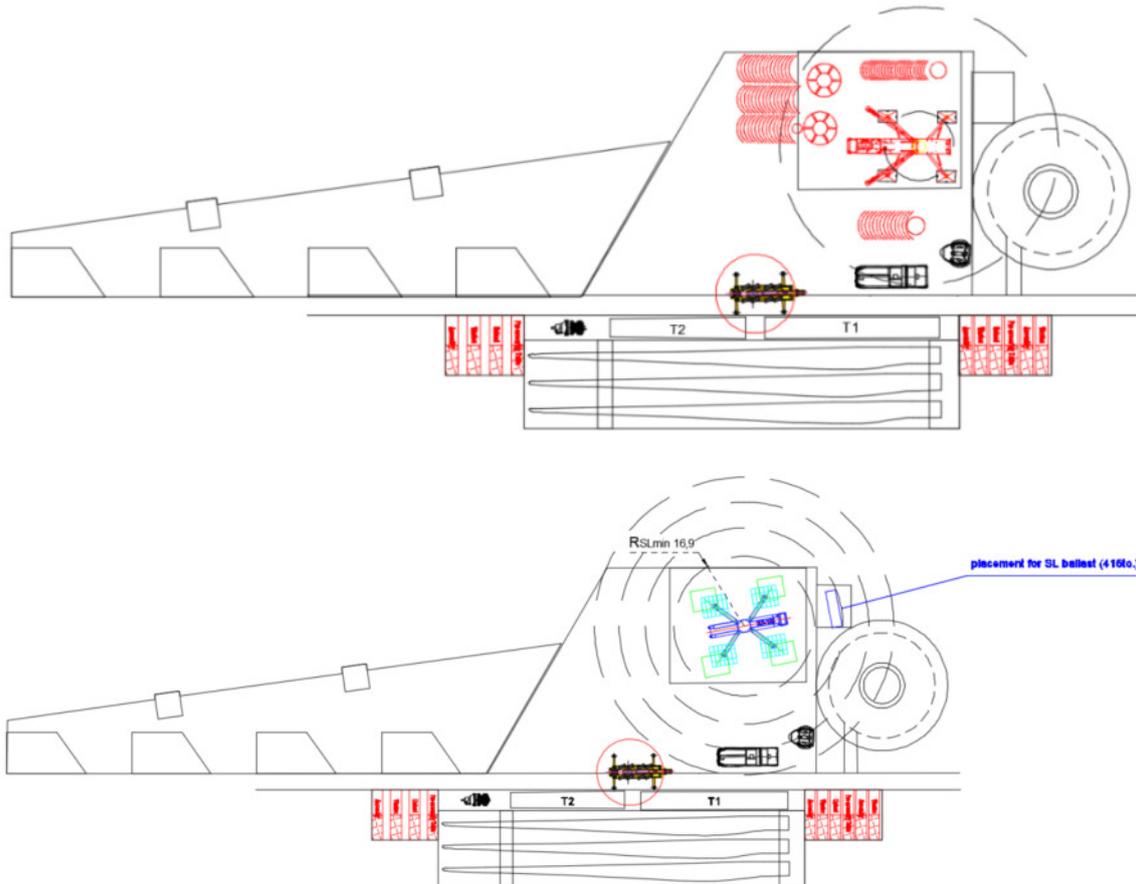


Figure 45. Model T165m MB – WT – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.21. JIT storage tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

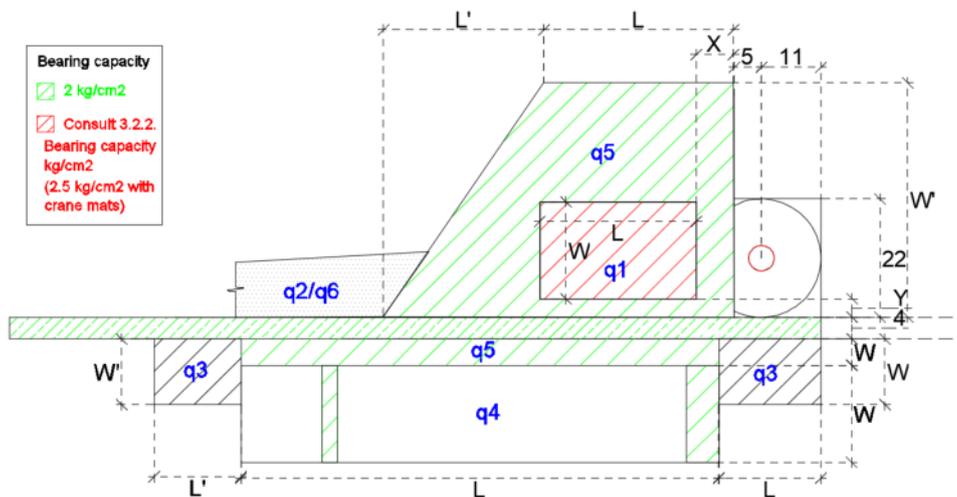
Storage conditions	HH	Width x length
JIT	100	q1: 29m x 18m
	110.5	q3: 16m x 12m + 19m x 12m
	115	q4: 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	135	q5: 35m x 44m + (30m x 44m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	**	q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
JIT	145	q1: 34m x 23m
	150	q3: 16m x 12m + 19m x 12m
	150	q4: 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	155	q5: 35m x 44m + (30m x 44m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
		q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

Table 19. Dimensions of the areas of JIT storage – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

** The required dimensions for SE&A JIT hardstands tower height T115m and T135m can be found in document reference INS-62237 Site JIT hardstands in SE&A wind farms.

- Total storage – Assembly in 1 phase



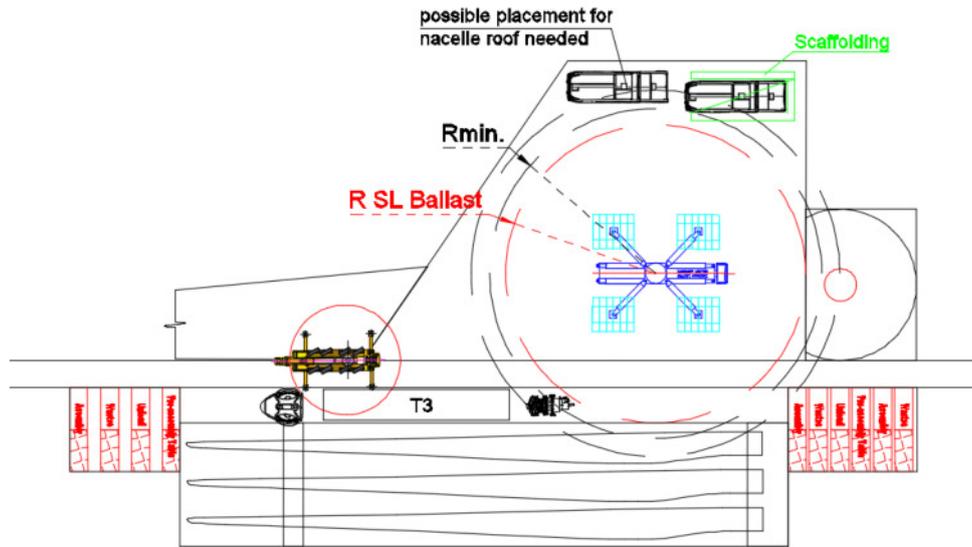


Figure 46. JIT storage reference hardstand