



MARZO 2023

SILQUA S.R.L.

IMPIANTO EOLICO “SILQUA WIND” DA 52,8 MW

LOCALITÀ TANCA ROMITA – SP 88 – SS 136 PER
MUSEI

COMUNI DI SILQUA E MUSEI – SUD SARDEGNA

Manifattura

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO ELABORATO R01 RELAZIONE TECNICA GENERALE

Progettista

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

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Codice elaborato

2995_5110_SIL_PD_R01_Rev0_RTG.docx

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2995_5110_SIL_PD_R01_Rev0_RTG.docx	03/2023	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	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	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Giancarlo Carboni	Geologo	Ord. Geologi Sardegna n. 497
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Marco Iannotti	Ingegnere Civile Idraulico	
Carla Marcis	Ingegnere per l’Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
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	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Davide Chiappari	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Simone De Monti	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Riccardo Coronati	Pianificatore Junior	
Alessia Papeti	Esperto Ambientale – Geologo - 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
1.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO	9
1.3 INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO E STORICO CULTURALE	9
1.4 INQUADRAMENTO CATASTALE.....	17
1.5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	19
1.5.1 Settore interessato dagli aerogeneratori 02, 03, 05 e 06.....	20
1.5.2 Settore interessato dagli aerogeneratori 01, 04, 07 e 08.....	21
1.5.3 Caratteristiche geotecniche delle terre e rocce da scavo	22
1.5.4 Aspetti geomorfologici	23
1.6 INQUADRAMENTO IDRAULICO ED IDROGEOLOGICO	24
1.7 RICOGNIZIONE DEI SITI A RISCHIO POTENZIALE DI INQUINAMENTO	25
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	27
2.1 INTERVENTI IN PROGETTO.....	27
2.2 ACCESSIBILITÀ AL PARCO	28
2.3 VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE WTG.....	29
2.4 PIAZZOLE DI MONTAGGIO.....	32
2.5 INTERFERENZE	35
2.6 AREA DI CANTIERE TEMPORANEA	37
2.7 PLINTI DI FONDAZIONE	38
2.8 AEROGENERATORI	41
2.9 CAVIDOTTI	43
2.10 SISTEMA DI CONNESSIONE	47
2.11 CABINE DI PROGETTO	48
3. FASI ESECUTIVE	49
4. DISMISSIONI	50
4.1 DISMISSIONE CANTIERE.....	50
4.2 DISMISSIONE IMPIANTO	50
5. COSTI.....	52

ALLEGATO

ALLEGATO 01 - D2165151_007 SGRE ON SG 6.2-170 Generic Site Roads and Hardstands requirements



1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di 52,8 MW, che prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori da 6,6 MW da installarsi nel territorio comunale di Siliqua e relative opere di connessione nei comuni di Siliqua e Musei, ricadenti 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 nuova Città Metropolitana di Cagliari (Siliqua) e nella Provincia di Sulcis Iglesiente (Musei). 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 Siliqua S.R.L., con sede legale in Via Carlo Angelo Fumagalli 6, 20143 Milano (MI).

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 venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 150/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV Iglesias 2 Siliqua previo potenziamento/rifacimento della linea RTN 150 kV "Villacidro-Villasor".

La configurazione preliminare impiantistica prevede la realizzazione di una cabina di raccolta esercita a 36 kV nei pressi dell'ampliamento della SE Terna, con all'interno tutti gli apparati di protezione e controllo utili alla connessione dell'impianto secondo quanto riportato nell'allegato A17 del Codice di rete Terna, e una seconda cabina di smistamento dalla quale si dipartono le 3 linee di alimentazione verso i 3 cluster di WTG identificati.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto da:

- N° 8 aerogeneratori della potenza nominale di 6.6 MW ciascuno
- Dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti

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

- Dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche
- Dalle opere di collegamento alla rete elettrica
- dalla viabilità di servizio interna;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco e dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche.
- Dalle reti tecnologiche per il controllo del parco

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

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nei territori comunali di Siliqua e Musei al di fuori dei centri abitati, e prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori tutti collocati nel territorio comunale di Siliqua, mentre le opere di connessione alla RTN sono collocate anche nel territorio comunale di Musei (Figura 1.1).

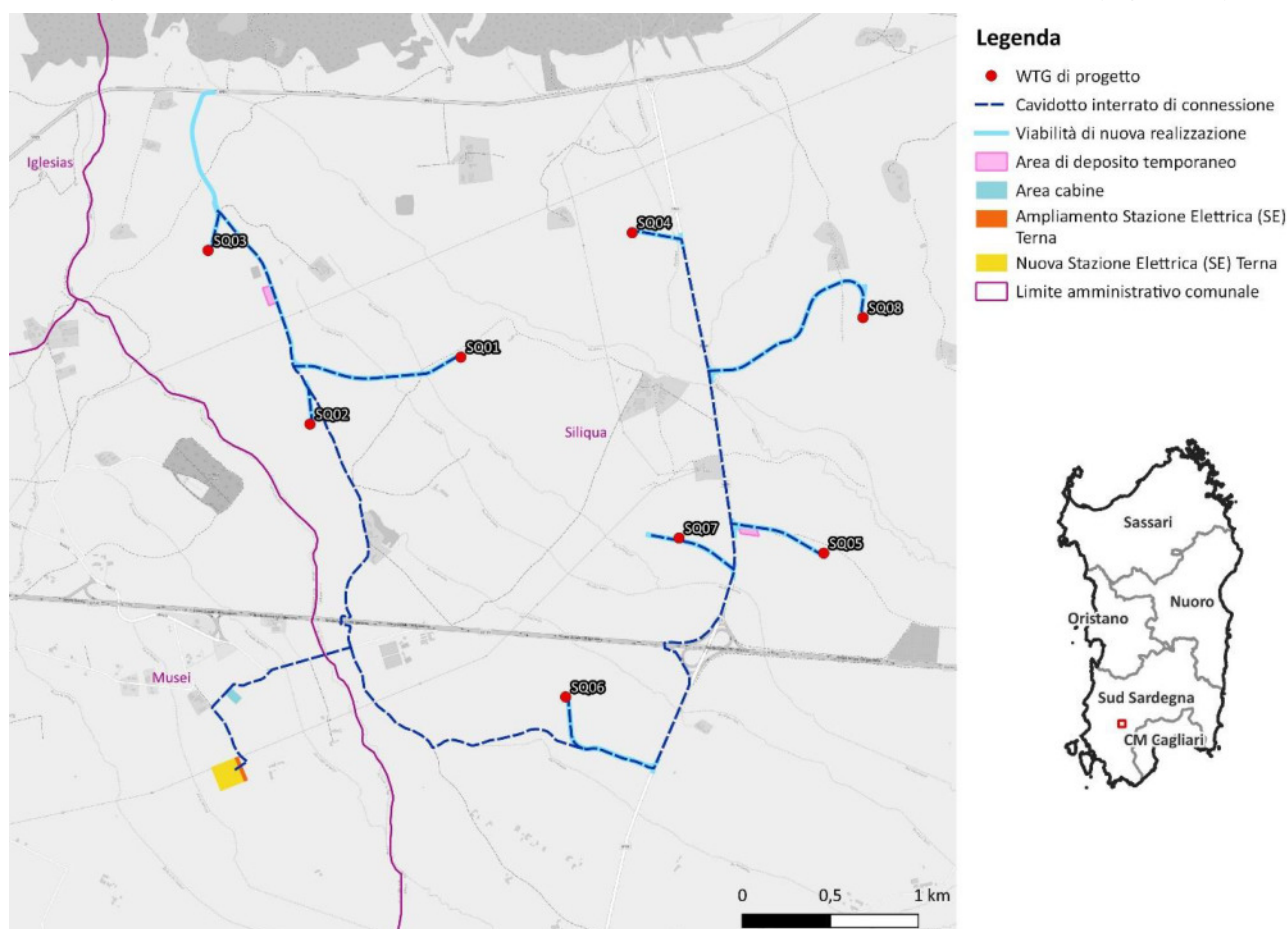


Figura 1.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto.

La realizzazione della Stazione Elettrica di condivisione MT/AT è prevista nel comune di Musei in prossimità della stazione elettrica TERNA di nuova realizzazione a circa 4 km est dal centro abitato. Il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori e la sottostazione avverrà mediante un elettrodotto interrato che seguirà in gran parte il tracciato delle strade esistenti e in piccola parte il tracciato di quelle di nuova realizzazione (nuove strade di interconnessione degli aerogeneratori e strada di accesso alla sottostazione elettrica).

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

Tabella 1-1: Coordinate aerogeneratori.

WTG	UTM – ZONA 32S		WGS 84 - GRADI-MIN-SEC	
	Nord	Est	Latitudine	Longitudine
SQ01	476461	4352118	39° 19' 10"	8° 43' 33"
SQ02	475519	4351869	39° 18' 57"	8° 42' 58"
SQ03	4749465	4352857	39° 19' 29"	8° 42' 33"
SQ04	477350	4352957	39° 19' 33"	8° 44' 14"
SQ05	478437	4351135	39° 18' 34"	8° 44' 59"
SQ06	476971	4350318	39° 18' 07"	8° 43' 58"
SQ07	477613	4351211	39° 18' 36"	8° 44' 25"
SQ08	478660	4352474	39° 19' 17"	8° 45' 09"

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.

Le principali vie di accesso e comunicazione dei due comuni interessati sono costituite dalla strada statale SS130 e dalle strade provinciali SP 88 ed SP89, all'interno del territorio sono poi presenti numerose strade comunali, asfaltate e sterrate che uniscono le diverse frazioni (Figura 1.2).

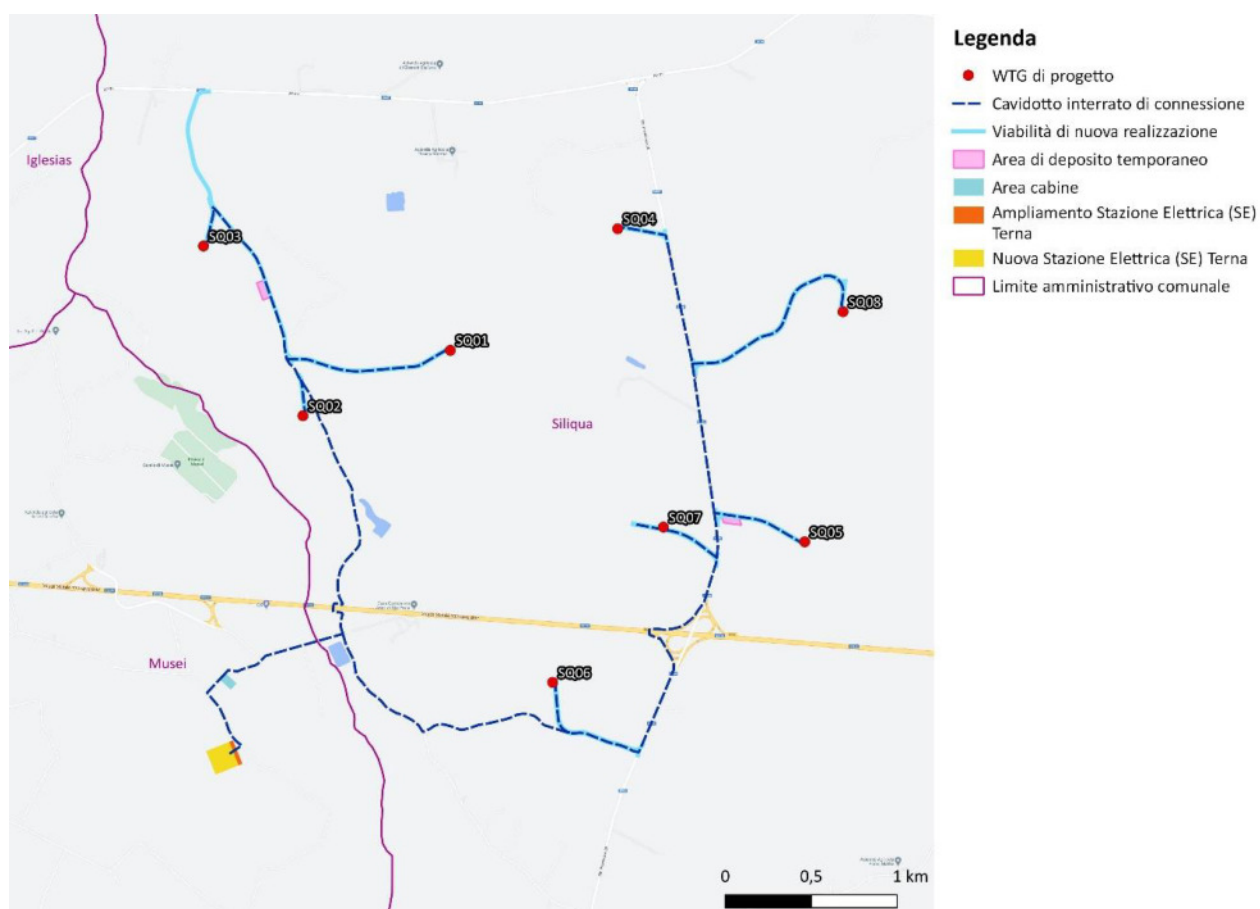


Figura 1.2: Inquadramento della viabilità di progetto

La distanza minima tra gli aerogeneratori è circa 830m (SQ05-SQ07) la massima è pari a 3750m (SQ03-SQ08).

Le aree per la costruzione degli aerogeneratori sono state individuate sulla base di criteri normativi e vincoli idraulici, paesaggistici e naturalistici, si presentano sempre come aree agricole con morfologia prevalentemente pianeggiante (Figura 1.3).

L'adeguamento delle sedi stradali al passaggio dei mezzi di trasporto con carichi eccezionali prevede una larghezza pari a 5,5 m.

Le successive immagini, illustrano il territorio di installazione dell'impianto di progetto.



Area aerogeneratore SQ01



Area aerogeneratore SQ02



Area aerogeneratore SQ03



Area aerogeneratore SQ04

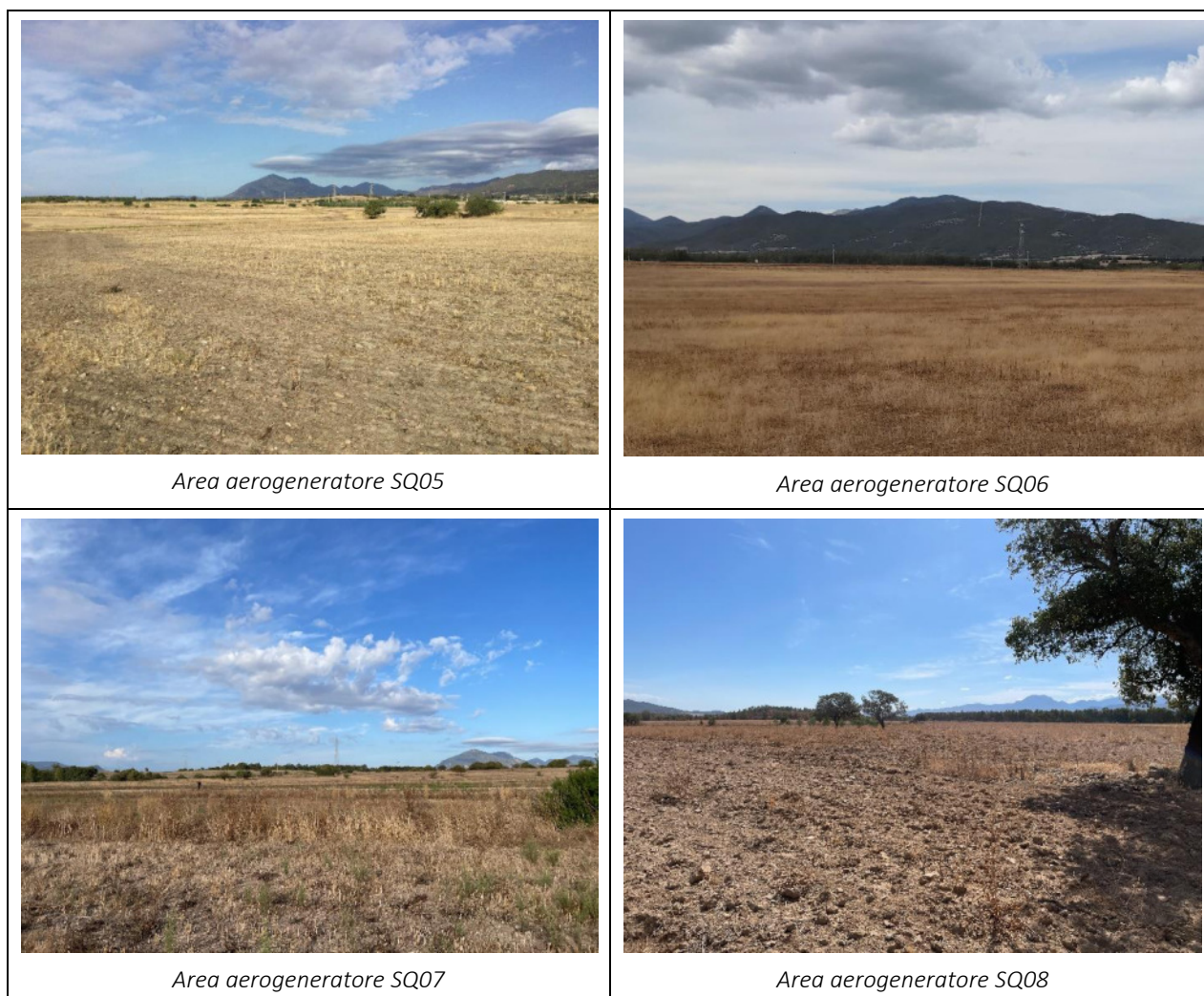


Figura 1.4 – Inquadramento paesaggistico delle aree di costruzione degli aerogeneratori

1.2 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 Urbanistico Comunale (PUC) di Siliqua dove ricadono tutte le WTGs, relative aree di ingombro, la viabilità di nuova connessione e quasi tutto il tratto di cavidotto interrato di connessione;
- il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Musei dove ricade, l'area cabine, la nuova stazione elettrica con il relativo ampliamento e il tratto conclusivo del cavidotto interrato di connessione.

Si rimanda alla Relazione Urbanistica 2995_5110_SIL_PD_R06_Rev0_RU, per la trattazione completa della pianificazione urbanistica.

1.3 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. Le opere in progetto ricadono all'interno dell'Ambito di paesaggio interno n. 29 – Valle del Cixerri.

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 1-5) 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, relative aree di ingombro (area temporanea di cantiere e piazzola), viabilità (viabilità esistente da adeguare e viabilità di nuova realizzazione) e il cavidotto interrato di connessione.

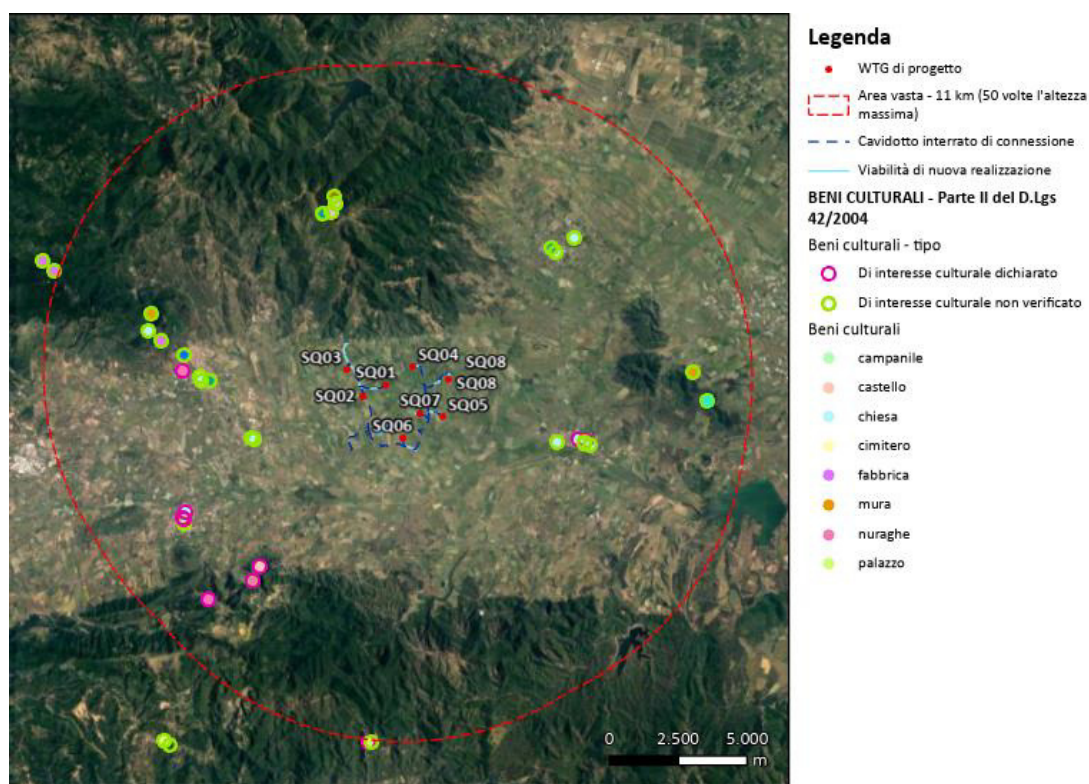


Figura 1-5: BENI CULTURALI: Parte II del D.Lgs. 42/2004 (Aree e beni di notevole interesse culturale)

La successiva Figura 1-6 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 11 km (50 volte l’altezza massima dell’aereogeneratore), sulla base della cartografia delle aree non idonee della Regione Sardegna.

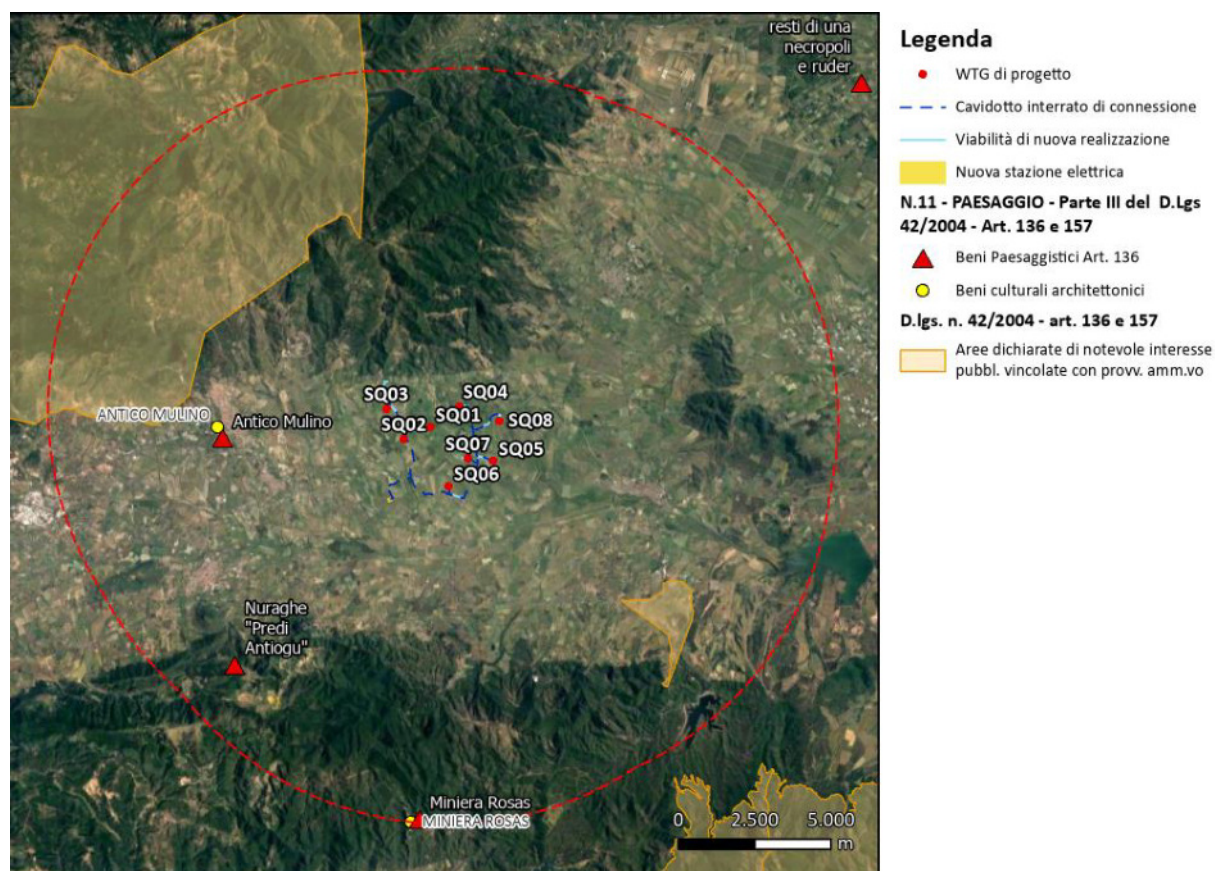


Figura 1-6: PAESAGGIO: Parte III del D.Lgs 42/2004 - Art. 136 e 157. Beni paesaggistici (Fonte: <http://www.sardegnaeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=fer>)

Come mostrato nella Figura 1-6, le WTGs in progetto, e relative aree di ingombro (area temporanea di cantiere e piazzola), viabilità di nuova realizzazione e il cavidotto interrato di connessione, non si sovrappongono ai Beni Paesaggistici tutelati ai sensi dell’Art. 136 e 154.

I beni paesaggistici tutelati di cui all’art. 136 più prossimi sono:

- “Antico Mulino” ubicato a circa 6 km dalla WTG SQ02;
- Nuraghe “Predi Antioqu” ubicato a circa 9 km dalla WTG SQ06.

Per quanto riguarda le aree e beni di notevole interesse pubblico, a valle dell’indagine effettuata sull’area vasta, non vi sono interferenze con le WTG, le più prossime sono:

- a circa 5,5 km dal parco eolico in progetto in direzione nord-ovest è presente l’area denominata “DOMUSNOVAS, IGLESIAS, FLUMINIMAGGIORE, VILLACIDRO - MARGANAI ORIDDA MONTI MANNU” istituita con DM 23/07/2018;
- a circa 6,2 km dal parco eolico in progetto in direzione sud-est è presente l’area denominata “SILQUA - DOMO E CASTELLO DI ACQUAFREDDA” istituita con DM 01/10/1976.

In merito alle aree tutelate per legge ai sensi dell’art. 142, presenti in prossimità delle opere di progetto, queste riguardano esclusivamente:

- 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).

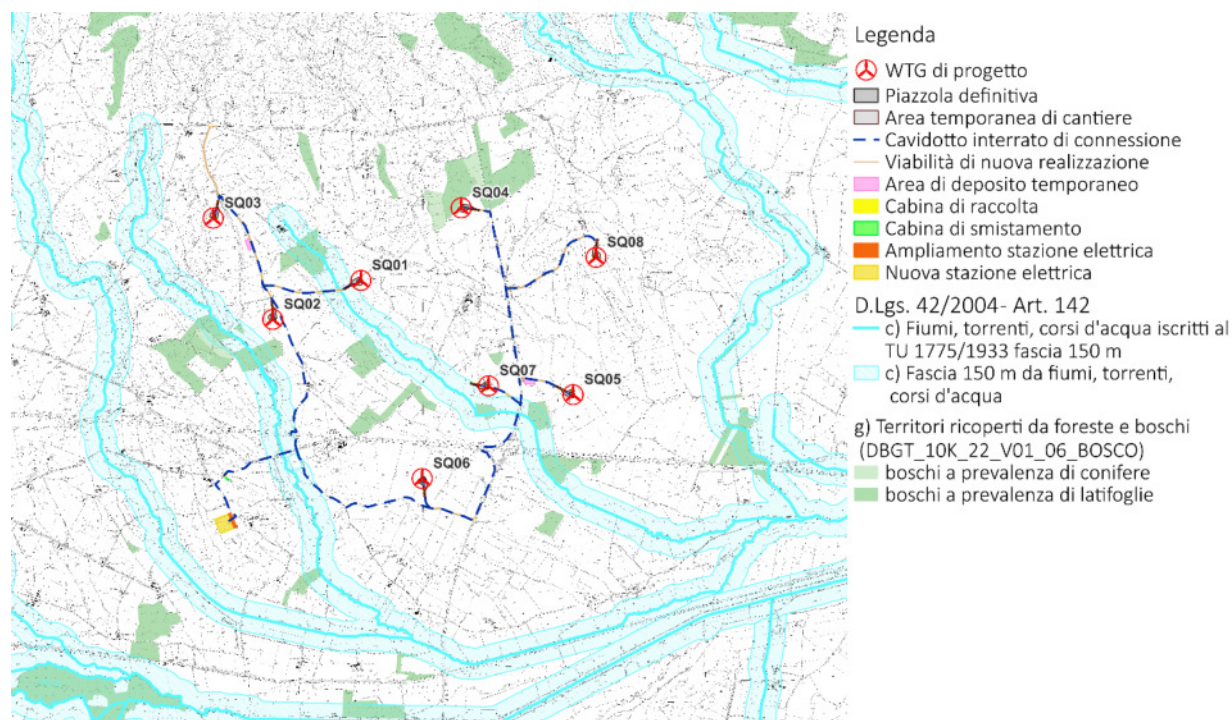


Figura 1.7 - D.Lgs. 42/2004 WTG di progetto

Di seguito si riporta l'interazione delle opere di progetto con le aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004, per la cui trattazione completa si rimanda alla Relazione Paesaggistica 2995_5110_SIL_SIA_R03_Rev0_RPAE.

WTG, piazzole definitive e aree di cantiere

Nessuna delle WTG e relative piazzole definitive interferisce con beni tutelati ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42/2004.

In merito alle aree di cantiere, non sussistono interferenze fatta eccezione per:

- una porzione dell'area di cantiere della SQ01 interseca la fascia di rispetto del fiume *Riu Corra Longa (Riu dei Pili) - N. 413 ELENCO 'PRINCIPALE' DI CAGLIARI*
- una porzione dell'area di cantiere SQ07 interseca la fascia di rispetto del fiume *Riu Corra Longa (Riu dei Pili) - N. 413 ELENCO 'PRINCIPALE' DI CAGLIARI*.

Opere relative alla viabilità

La viabilità in progetto in arrivo alla SQ01 interseca perpendicolarmente il fiume *Riu Corra Longa (Riu dei Pili) - N. 413 ELENCO 'PRINCIPALE' DI CAGLIARI* e la relativa fascia di rispetto di 150 m dalle sponde, e una porzione della viabilità in arrivo alla SQ07, interseca per circa 100 m l fascia di rispetto del *Riu Giba Acuzza - N. 413 ELENCO 'PRINCIPALE' DI CAGLIARI*

Opere di connessione

La stazione di futura realizzazione e le cabine di raccolta e smistamento non intersecano aree e beni tutelati ai sensi dell'art. 142 del Codice dei beni culturali e del paesaggio. Per quanto concerne il percorso del cavidotto interrato, esso interseca le fasce di rispetto e i fiumi riportati di seguito, a partire dal parco eolico fino alla stazione elettrica di futura realizzazione, così come indicato nella *Tabella 1.2*



Tabella 1.2 - Fiumi, torrenti e corsi d'acqua (art. 142 D.Lgs. 42/2004) attraversati dal cavidotto

DENOMINAZIONE	CODICE – RIFERIMENTO NORMATIVO	LUNGHEZZA DEL TRATTO ATTRAVERSATO	NOTA
Riu Corra Longa (Riu dei Pili)	N. 413 ELENCO 'PRINCIPALE' DI CAGLIARI	Circa 300 m dalla SQ01	Attraversamento trasversale
Riu Predi	N. 411 ELENCO 'PRINCIPALE' DI CAGLIARI / 0302-CF002700 R.D. DEL 22/01/1922 (G.U. N. 275 DEL 24/11/1922)	circa 600 m	Longitudinalmente lungo il limite della fascia di rispetto
Riu Predi	N. 411 ELENCO 'PRINCIPALE' DI CAGLIARI / 0302-CF002700 R.D. DEL 22/01/1922 (G.U. N. 275 DEL 24/11/1922)	circa 300 m	Attraversamento trasversale (verso la stazione e cabine)
Riu Giba Acuzza	N. 413 ELENCO 'PRINCIPALE' DI CAGLIARI	300 m circa per la SQ07	Attraversamento trasversale

Si segnala quanto previsto dal D.P.R. 31/2017 con l'allegato A "Interventi ed opere in aree vincolate esclusi dall'autorizzazione paesaggistica", punto A.15:

"A.15. Fatte salve le disposizioni di tutela dei beni archeologici nonché le eventuali specifiche prescrizioni paesaggistiche relative alle aree di interesse archeologico di cui all'art. 149, comma 1, lettera m) del Codice, la realizzazione e manutenzione di interventi nel sottosuolo che non comportino la modifica permanente della morfologia del terreno e che non incidano sugli assetti vegetazionali, quali: volumi completamente interrati senza opere in soprasuolo; condotte forzate e reti irrigue, pozzi ed opere di presa e prelievo da falda senza manufatti emergenti in soprasuolo; impianti geotermici al servizio di singoli edifici; serbatoi, cisterne e manufatti consimili nel sottosuolo; tratti di canalizzazioni, tubazioni o cavi interrati per le reti di distribuzione locale di servizi di pubblico interesse o di fognatura senza realizzazione di nuovi manufatti emergenti in soprasuolo o dal piano di campagna; l'allaccio alle infrastrutture a rete. Nei casi sopraelencati è consentita la realizzazione di pozzetti a raso emergenti dal suolo non oltre i 40 cm".

Si evidenzia infine che il cavidotto interrato percorre per la quasi totalità del suo percorso strade esistenti e che la progettazione ha previsto, laddove questo intersechi ostacoli naturali come avviene in corrispondenza di fiumi o torrenti o corsi d'acqua in generale, modalità di attraversamento trenchless.

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

- A. Fascia costiera
- B. 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 1-8).

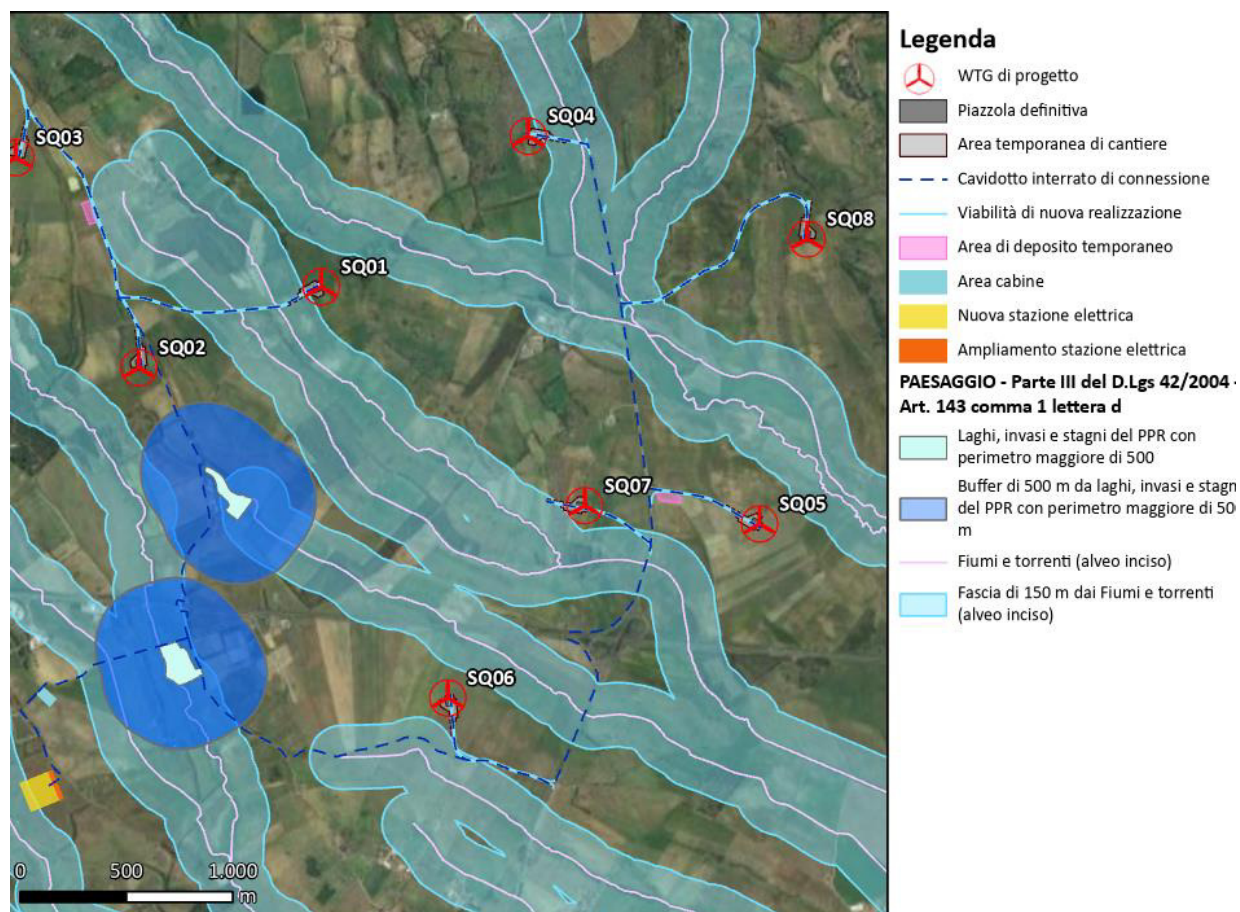


Figura 1-8: Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera d. Zoom su layout di progetto

Per quanto riguarda le aree di ingombro delle WTGs, ovvero per l'area temporanea di cantiere e piazzola, si segnala che una piccola porzione di aree temporanea di cantiere della SQ04, SQ07, e SQ01 si sovrappone alla perimetrazione della "fascia di 150 m da fiumi torrenti e corsi d'acqua" (Figura 1.9).



Figura 1.9: Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera d. Zoom su WTGs

Per quanto concerne invece la viabilità di progetto, alcuni tratti di viabilità di nuova realizzazione in prossimità delle WTG SQ01, WTG SQ04, ricadono all'interno della "Fascia di rispetto da fiumi, torrenti e corsi d'acqua di 150 m" e nel buffer di 500 m da laghi, invasi e stagni del PPR con perimetro maggiore di 500 m, si rimanda alla Relazione Paesaggistica 2995_5110_SIL_SIA_R03_Rev0_RPAE, per la trattazione completa.

Infine il cavidotto di connessione interrato attraversa i seguenti elementi tutelati:

- Fiumi, torrenti e corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di rispetto di 150 metri ciascuna;
- buffer di 500 m da laghi, invasi e stagni del PPR con perimetro maggiore di 500 m.

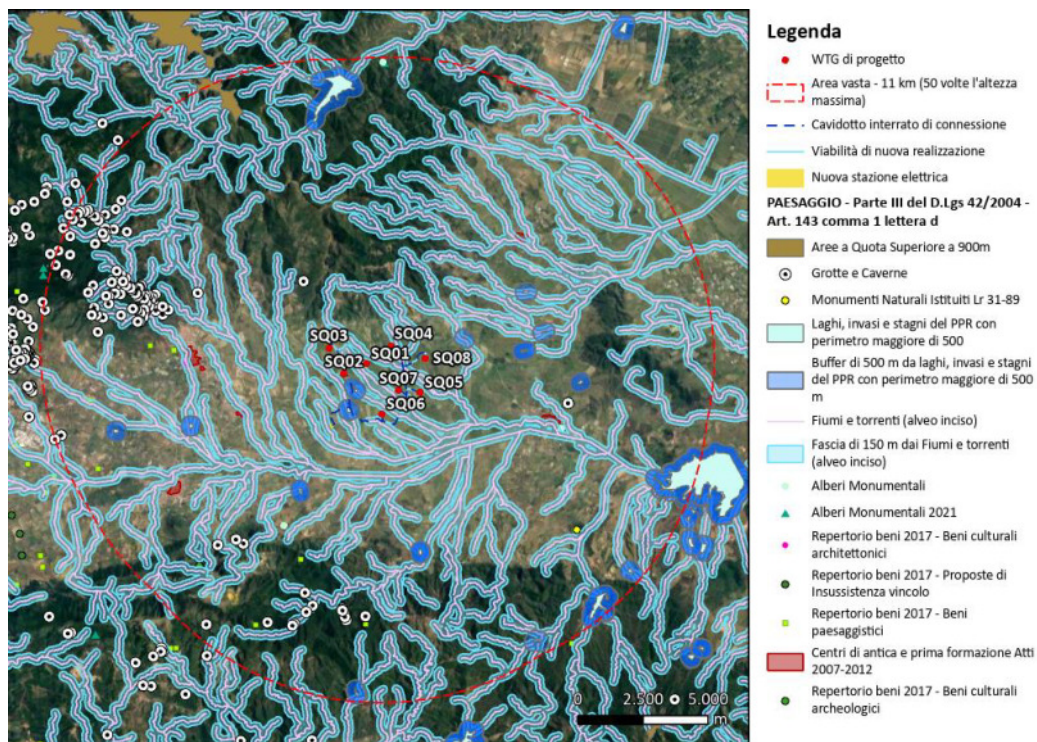


Figura 1.10 PAESAGGIO: Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera d

Si evidenzia infine che il cavidotto interrato percorre per la quasi totalità del suo percorso strade esistenti e che la progettazione ha previsto, laddove questo intersechi ostacoli naturali come avviene in corrispondenza di fiumi o torrenti o corsi d'acqua in generale, modalità di attraversamento trenchless. Si rimanda all'elaborato 2995_5110_SIL_PD_R09_Rev0_RELAZIONE IDRAULICA per ulteriori dettagli in merito.

All'interno del buffer di 11 km (50 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore) non risultano presenti beni identitari come da normativa (Figura 1.11).

Tuttavia la viabilità di nuova realizzazione prossima alla WTG SQ03 rientra all'interno del perimetro del Parco Geominerario Ambientale e Storico, classificato ai sensi dell'art.57 del PPR come "Aree d'insediamento produttivo di interesse storico-culturale" (vedi Figura 1.12).

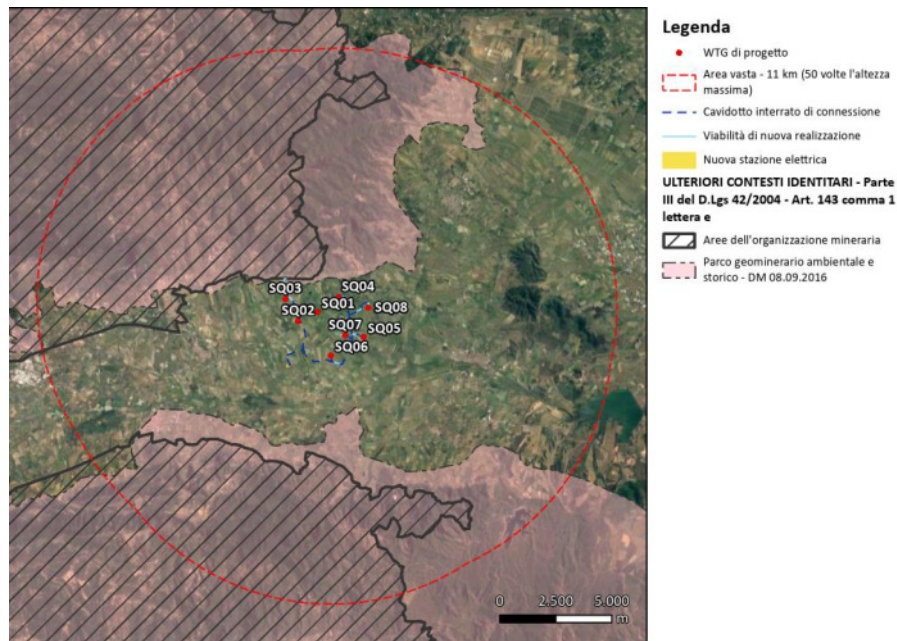


Figura 1.11: ULTERIORI CONTESTI BENI IDENTITARI: Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera e

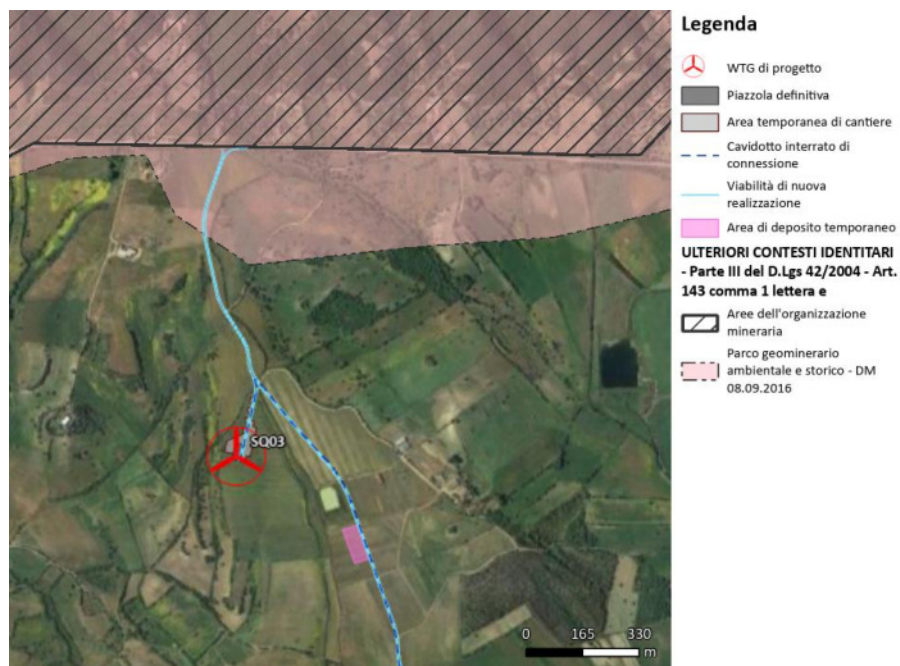


Figura 1.12: ULTERIORI CONTESTI BENI IDENTITARI: Parte III del D.Lgs. 42/2004 - Art. 143 comma 1 lettera e



1.4 INQUADRAMENTO CATASTALE

Anche dal punto di vista catastale, le opere in progetto interessano aree territoriali di differenti amministrazioni comunali. L'area produttiva dell'impianto è totalmente collocata nel comune di Siliqua mentre il territorio comunale di Musei è interessato esclusivamente dal cavidotto e dalla sottostazione elettrica.

Gli inquadramenti catastali relativi ai comuni interessati sono illustrati nell'elaborato grafico 2995_5110_SIL_SIA_R01_TO3_Rev0_CATASTALE.pdf.

Il collegamento tra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica seguirà interamente il tracciato delle strade pubbliche vicinali, comunali e statali esistenti e di brevi tratti realizzati ex novo. La realizzazione dei cavidotti interesserà aree e strade di proprietà pubblica (nello specifico comunali, provinciali, statali e ministeriali) e solo in alcuni tratti il cavidotto, benché sempre realizzati realmente all'interno della viabilità pubblica esistente; potrebbe interessare terreni intestati a privati cittadini poiché non vi è corrispondenza fra tracciati reali della viabilità e i tracciati degli stessi sulla cartografia ufficiale CTR e sulle mappe catastali.

Le particelle catastali interessate dagli otto aerogeneratori e relative piazzole sono indicate nella sottostante tabella.

Tabella 1.3: Riferimenti catastali aerogeneratori e piazzole

AEROGENERATORE	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
SQ01	Siliqua	114	93
SQ02	Siliqua	113	23
SQ03	Siliqua	107	20
SQ04	Siliqua	110	29-30
SQ05	Siliqua	121	37
SQ06	Siliqua	301	552
SQ07	Siliqua	121	19-21-26
SQ08	Siliqua	116	17-19-23

Le particelle catastali interessate delle aree temporanee di cantiere degli otto aerogeneratori sono indicate nella sottostante tabella.

Tabella 1.4: Riferimenti catastali aree temporanee di cantiere aerogeneratori

AEROGENERATORE	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
SQ01	Siliqua	114	90-93
SQ02	Siliqua	113	23-25-51
SQ03	Siliqua	107	20
SQ04	Siliqua	110	29-30-31-32-34
SQ05	Siliqua	121	37
SQ06	Siliqua	301	552
SQ07	Siliqua	120/121	18-19-26-54-55
SQ08	Siliqua	116	14-17-19-23

Le particelle catastali interessate dalla viabilità di accesso alle WTGs sono indicate nella sottostante tabella.

Tabella 1.5: Particelle catastali opere di viabilità in progetto.

OPERA	COMUNE / PROPRIETA'	FOGLIO	PARTICELLA
Pista accesso SQ01	Siliqua	113/114	4-23-25-34-51-26-90-93
Pista accesso SQ02	Siliqua	108/113	69-72-55-54-53-104-106-73-76-23-25-51
Pista accesso SQ03	Siliqua	107	113-117-130-131-155-20
Pista accesso SQ04	Siliqua	110/111	29-30-31-32-34-21
Pista accesso SQ05	Siliqua	121/115	125-25-37-87-88-90-139
Pista accesso SQ06	Siliqua	301	555-565
Pista accesso SQ07	Siliqua	120/121	26-28-29-30-134
Pista accesso SQ08	Siliqua	115/116	7-12-13-20-24-25-30-36-37-38-39-93-11-14-17-19

Le particelle catastali interessate dai depositi temporanei sono indicate nella sottostante tabella.

Tabella 1.6: particelle catastali deposito temporaneo

OPERA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
Deposito temporaneo	Siliqua	108	54-53
Deposito temporaneo	Siliqua	121	25-125

Le particelle catastali interessate dalle opere elettriche sono indicate nella sottostante tabella.

Tabella 1.7: particelle catastali opere elettriche.

OPERA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
Nuova Stazione elettrica	Musei	206	268-617-618-620-621-639-641-642-643-644-645-646-647
Ampliamento stazione elettrica	Musei	206	268-639-641-642
Area cabine	Musei	206	675
Cavidotto	Siliqua	107	155-20
Cavidotto	Siliqua	108	69-72-55-54-53-104-106
Cavidotto	Siliqua	113	73-76-4-23-25-34-51-26-44-24-30
Cavidotto	Siliqua	114	90-93
Cavidotto	Siliqua	119	149-36-174-152-7-74-73-76-70-80-24-28
Cavidotto	Siliqua	301	1-2-372-459-327-319-4-143-146-58-218-736-565-570-553-552
Cavidotto	Siliqua	121	133-134-130-23-81-28-29-26-19-18-54-55-125-25-37
Cavidotto	Siliqua	115	87-88-90-139-161-162-33-31-30-36-37-38-39-24-25-20-93-13-12-7
Cavidotto	Siliqua	116	11-14-17-19
Cavidotto	Siliqua	111	21
Cavidotto	Siliqua	110	29-30-31-32-34
Cavidotto	Musei	206	211-675-674-639
Cavidotto	Strada Vicinale, Strada Vicinale, Strada Provinciale SP88		

1.5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Gli aerogeneratori in progetto insisteranno in un areale caratterizzato dagli affioramenti delle alluvioni del Subsistema di Portoscuso (PVM) che ricoprono la Formazione del Cixerri e i depositi piroclastici di Siliqua (SQA), questi ultimi sono talora affioranti.

Sono anche presenti, lembi di depositi alluvionali olocenici (b) e depositi colluviali di versante (a), solitamente caratterizzati da spessori piuttosto limitati ed in pratica non interessati dall'area di sedime degli aerogeneratori.



Figura 1.13 – Depositi colluviali di versante

Per l'inquadramento geologico a vasta scala della Sardegna si rimanda alla relazione 2995_5110_SIL_PD_R07_Rev0_RelazioneGeologica e relativi allegati.

A scala locale gli aerogeneratori sono stati accorpati in due settori per similitudine delle caratteristiche geologiche e geotecniche del sottosuolo, come meglio descritto nei successivi paragrafi.

1.5.1 Settore interessato dagli aerogeneratori 02, 03, 05 e 06

Sulla base dei dati acquisiti sul terreno e dalla letteratura geologica consultata, gli aerogeneratori 02, 03, 05 e 06 risultano ubicati sulle alluvioni pleistoceniche del Subsistema di Portoscuso (PVM), diffusamente presente nell'area d'interesse.

Da un punto di vista stratigrafico questi sedimenti a) costituiscono l'unità alluvionale precedente l'Olocene; b) sono stati messi in posto in condizioni aride e fredde e prima della loro messa in posto ai piedi dei versanti sono stati modellati da perdiment² più o meno estesi.

Il Subsistema di Portoscuso è rappresentato da depositi di conoide alluvionale costituiti prevalentemente da ghiaie grossolane, sino alla taglia dei blocchi, a spigoli sub arrotondati.

Questi depositi presentano strutture incrociate concave di limitata ampiezza e profondità, sono inoltre frequenti lenti e livelli piano paralleli o massivi. I sedimenti più fini, rappresentati da sabbie grossolane sono sempre molto subordinati e si presentano in lenti e livelli intercalati ai livelli ghiaiosi. Questi sedimenti sono stati depositi da corsi d'acqua e formano terrazzi alluvionali ai lati dei letti fluviali attuali e dei depositi alluvionali olocenici, in genere anch'essi costituiti da conoidi alluvionali a loro volta terrazzate.

Le scarpate variano da qualche metro sino a varie decine di metri di altezza; malgrado l'estrema frammentarietà dei depositi, è possibile stabilire che essi generassero estese conoidi alluvionali coalescenti che bordavano le depressioni del Cixerri e del Campidano sovralluvionando quasi completamente il fondovalle.

Dai dati di letteratura (Note illustrative CARG) lo spessore medio di questi depositi non supera i 5 m, questo dato è stato poi confermato anche dalle indagini sismiche eseguite, dalle quali si desume uno spessore delle coperture alluvionali pleistoceniche mediamente comprese tra i 4 e i 6 m.

In genere, questi sedimenti sono caratterizzati da un elevato grado di addensamento, notevole rigidità, e hanno caratteristiche geotecniche complessivamente molto buone.

Sempre per gli aerogeneratori 02, 03, 05 e 06 si ritiene che di sotto della coltre alluvionale del Subsistema di Portoscuso sia presente la Formazione del Cixerri, visto il limitato spessore della coltre

² Fenomeni erosivi prodotti da acque di laminazione che producono forme concave e con debole pendenza.

alluvionale sopra descritta, pertanto si ritiene che quest'ultima costituisca il litotipo su cui andranno a poggiare le fondazioni degli aerogeneratori.



Figura 1.14 - Affioramento nell'area di studio della copertura alluvionale sopra delle arenarie della Formazione del Cixerri

1.5.2 Settore interessato dagli aerogeneratori 01, 04, 07 e 08

Gli aerogeneratori 01, 04, 07 e 08, andranno a poggiare sulle piroclastiti di Siliqua (SQA), le quali formano colline che si elevano di poche decine di metri sulla pianura circostante. Si tratta di alternanze di depositi di flusso piroclastico ed epiclastiti arenarie vulcanoclastiche più o meno conglomeratiche), spesse in alcuni casi 2-3 m, costituite da clasti angolosi equidimensionali a subarrotondati di lava microvescicolata andesitica e rarissimi clasti di metamorfiti immersi in una matrice cineritica ricca di cristalli. I clasti hanno dimensioni variabili da pochi centimetri a 1 m.

Anche in questo caso, in virtù del limitato spessore della coltre ignimbratica, si ritiene che le fondazioni degli aerogeneratori 01, 04, 07 e 08 andranno a poggiare sulla Formazione del Cixerri.

La Formazione del Cixerri costituisce il substrato di tutta la valle del Cixerri, ma affiora in modo assai discontinuo poiché quasi sempre ricoperta da sottili depositi quaternari. Questa formazione è costituita base da breccie e conglomerati, marne e argille spesso contenenti noduli ferruginosi; verso l'alto compaiono arenarie quarzoso-feldspatiche con frequenti intercalazioni di lenti di conglomerati (interpretati come paleoalvei). Breccie e conglomerati si ritrovano costantemente alla base della formazione a contatto con le metamorfiti. Alle breccie e conglomerati basali sono intercalati sottili livelli argilliti e siltiti con argille bentonitiche, noduli e incrostazioni ferruginose; L'orizzonte con i noduli ferruginosi è interpretato come un paleosuolo sviluppato in condizioni di clima caldo umido.

I litotipi arenacei, della formazione del Cixerri frequentemente con laminazioni incrociate, affiorano diffusamente nell'area studio; l'età della formazione del Cixerri di difficile attribuzione, poiché il suo contenuto paleontologico è molto scarso. La base della formazione poggia in debole discordanza su depositi dell'Eocene medio (Lignifero Auct;) presso Tanca Aru; in genere la formazione del Cixerri è

caratterizzata da un comportamento marcatamente litoide ed ha delle ottime caratteristiche geotecniche.

L'ambiente deposizionale è prevalentemente continentale e riconducibile ad una deposizione fluvio-lacustre, in un vasto sistema di piana alluvionale con carattere distale. Lo spessore massimo osservabile in affioramento è di 40 m.



Figura 1.15 – Affioramento nell'area di studio delle Arenarie della Formazione del Cixerri

1.5.3 Caratteristiche geotecniche delle terre e rocce da scavo

Al fine di acquisire ulteriori elementi atti a definire la stratigrafia locale, che per la definizione della risposta sismica di base, sono state eseguite due indagini sismiche con metodologia MASW, ubicate nei punti ritenuti maggiormente significativi ai fini della definizione delle stratigrafie litotecniche interessate dalle fondazioni degli aerogeneratori.

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. Pertanto, sulla base di quanto premesso, la litostratigrafia e la relativa parametrizzazione geotecnica ha lo scopo di verificare che il terreno tipo di sedime che ospiterà gli aerogeneratori possa essere effettivamente in grado di poter sostenere i carichi indotti dalle fondazioni, senza cedimenti tali da poterne comprometterne la stabilità.

In caso 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 professionista abilitato, in modo da poter essere ragionevolmente sicuri 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.

Tabella 1.8: Caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione

STRATO	PARAMETRI		VALORI CARATTERISTICI
Alluvioni da 0 a -4.0 m	peso di volume	γ	17.3 kN/mc
	Coesione	c'	0.0 kPa
	Angolo attrito	φ'	38°
	Coesione non drenata	C_u	0.0 kPa
	Modulo Edometrico	E_d	30 MPa
	Modulo Elastico	E_y	50 MPa
Formazione del Cixerri da -4.0 m a f.s.	peso di volume	γ	22.4 kN/mc
	Coesione	c'	500 kPa
	Angolo attrito	φ'	800 kPa
	Coesione non drenata	C_u	54°
	Modulo Edometrico	E_d	1000 MPa
	Modulo Elastico	E_y	1250 Mpa

1.5.4 Aspetti geomorfologici

In generale l'evoluzione geomorfologica della valle del Cixerri è stata fortemente condizionata dai movimenti tettonici e dagli episodi vulcanici associati che si sono verificati nell'Oligocene e nel Quaternario, oltre che dall'azione degli agenti esogeni influenzati dai significativi cambiamenti climatici avvenuti nel plio-quaternario.

Nella piana alluvionale del Riu Cixerri trovano sviluppo sedimenti e materiali talora sciolti per accumulo detritico di falda (specie nella zona pedemontana di transizione alle litologie metamorfiche), materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali antichi a tessitura prevalentemente sabbiosa ghiaiosa, materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia che degradano verso la piana dove si raccordano alle alluvioni antiche terrazzate.

Lo sviluppo morfologico della piana è comunque stato fortemente condizionato dalle attività antropiche che hanno talora interrotto la continuità dei terrazzi alluvionali. Questi ultimi hanno la classica morfologia piatta, debolmente inclinata verso il corso d'acqua principale. Gli orli dei medesimi hanno altezze in genere sino a 5 metri ma nei casi più evidenti posti a ridosso degli alvei principali attivi, l'orlo raggiunge altezze anche di 7 metri. Sia le alluvioni terrazzate antiche sia quelle recenti sono incise dagli alvei attuali e coperti dai sedimenti olocenici.

I corsi d'acqua della piana del Cixerri scorrono su tratti sub-pianeggianti con pendenze dell'ordine dell'1%, in alvei scarsamente incisi con sviluppo rettilineo per tutto il settore studiato.

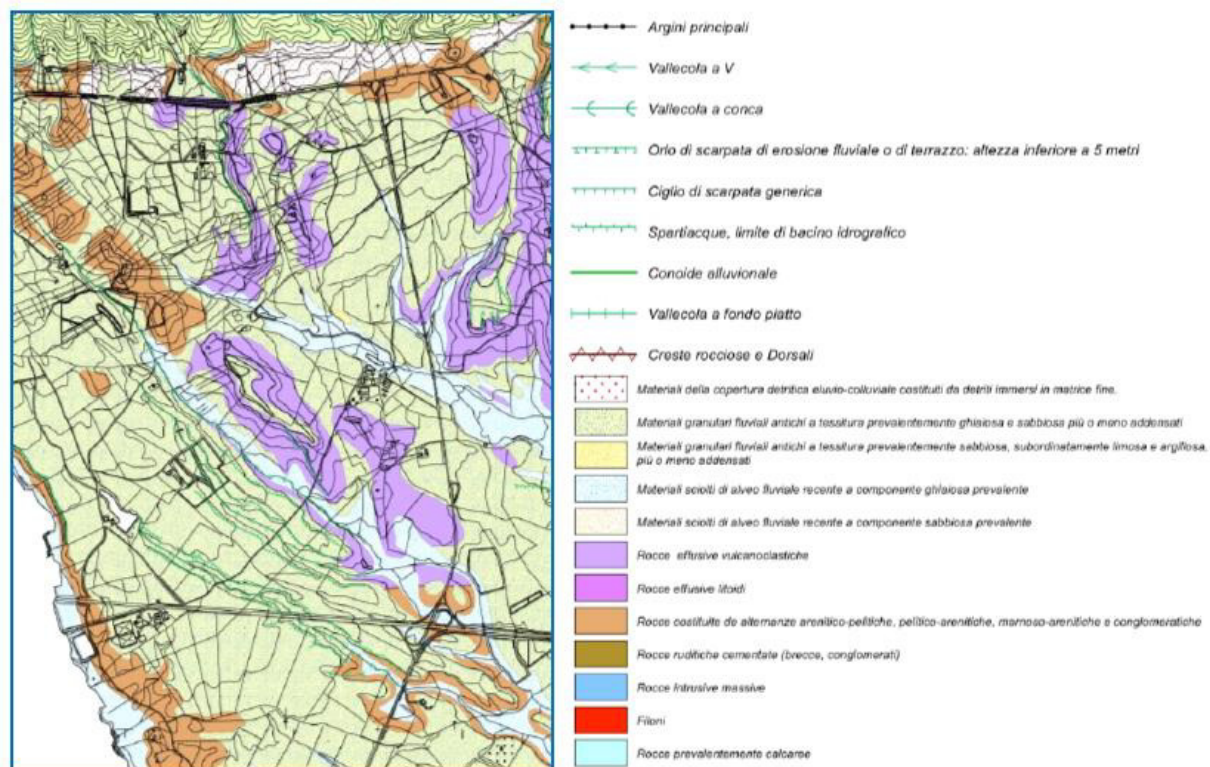


Figura 1.16 - Stralcio della carta geomorfologica. Adeguate del PUC al PAI di Siliqua (Art.8 Nda del PAI)

1.6 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 non è scarso, essendo pari in media a quasi 19 miliardi di m³ per anno.

Una considerevole aliquota di dette acque è destinata a ritornare rapidamente all'atmosfera per effetto dell'evapotraspirazione che, in Sardegna, è particolarmente elevata, dati gli alti valori raggiunti dalla temperatura, l'elevata percentuale dei giorni sereni e la frequenza con cui soffiano i venti; un'altra frazione considerevole viene trattenuta direttamente dalla vegetazione. Ciononostante, la restata acqua di ruscellamento e d'infiltrazione rappresenta almeno la metà di quella originariamente pervenuta.

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.

Il principale elemento idrografico dell'area è costituito dal Riu Cixerri e relativo bacino. Un tempo era il più importante affluente del Flumini Mannu, per poi diventare corso d'acqua autonomo dopo che, a seguito dei lavori di bonifica nello Stagno di Santa Gilla, il suo alveo canalizzato e stato dotato di una foce indipendente. La sua lunghezza totale è 50,6 km e il suo bacino idrografico si estende su una superficie di 534,7 km².

A sud dell'abitato di Siliqua, il Riu Cixerri riceve dalla destra idrografica il Riu de su Casteddu, un corso d'acqua che nasce dal M. Is Caravius e percorre con direzione S-N 19,2 km.

Il Riu de su Casteddu ha un bacino con una superficie di 59 km e, in localita Medau Zirimilis, è sbarrato da una diga a scogliera con il paramento di monte rivestito in bitume. Anche il Riu Cixerri in Loc. P.te Genna is Abis è stato sbarrato da una diga di notevoli dimensioni (Lago del Cixerri): 1300 m di lunghezza, 26 m nel punto di massima altezza.



Nel territorio in esame si possono individuare diversi complessi idrogeologici costituiti dalle litologie mioceniche, paleozoiche e quaternarie. Le successioni e alternanze di sabbie e marne hanno consentito l'instaurarsi di falde idriche multistrato anche ad elevata profondità nei settori vallivi. Il limitato spessore delle coperture oloceniche, l'elevato grado di addensamento delle coperture alluvionali pleistoceniche, nonché la scarsa permeabilità della Formazione del Cixerri ampiamente diffusa nell'area, fanno sì che gli acquiferi superficiali sia poco diffusi e poco produttivi, mentre quelli a media profondità, importanti risorse idriche sotterranee in altre zone della Sardegna, qui siano di fatto inesistenti.

La permeabilità è una proprietà caratteristica delle rocce che esprime l'attitudine della roccia a lasciarsi attraversare dall'acqua; Essa, quindi, esprime la capacità di assorbire le acque piovane e di fare defluire le acque sotterranee.

Poiché la roccia non è un corpo omogeneo, è intuibile che al suo interno possano variare sia le caratteristiche chimico-fisiche che le proprietà idrogeologiche.

Nello specifico data la possibile disomogeneità dei litotipi, la permeabilità per litotipi considerati, non può essere rappresentata da un unico valore del coefficiente "K" ma da un intervallo.

Sono pertanto state individuate cinque unità idrogeologiche caratterizzate da differenti intervalli di permeabilità "K" (in m/s):

- 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).

Accorpare le unità geologiche aventi in comune caratteri di permeabilità omogenei, sui cui insistono le opere in progetto è possibile distinguere 5 "Unità Idrogeologiche" principali:

1. Unità delle alluvioni oloceniche - Mediamente permeabile ($10 > K > 10^{-4}$ cm/sec);
2. Unità delle alluvioni plio-quaternarie - Scarsamente permeabile ($10^{-4} > K > 10^{-7}$ cm/sec);
3. Unità detritico carbonatica oligo miocenica inferiore - Scarsamente permeabile ($10^{-4} > K > 10^{-7}$ cm/sec);
4. Unità detritico carbonatica eocenica - Altamente permeabile ($K > 10$ cm/sec);
5. Unità delle vulcaniti oligo-mioceniche - Scarsamente permeabile ($10^{-4} > K > 10^{-7}$ cm/sec).

1.7 RICOGNIZIONE DEI SITI A RISCHIO POTENZIALE DI INQUINAMENTO

Siliqua è un centro di pianura che accanto alle tradizionali attività agricole, ha sviluppato il tessuto industriale. Il settore primario è presente con la coltivazione di cereali, ortaggi, foraggi, vite, olivo e frutta, ed anche con l'allevamento di bovini, suini, ovini, caprini, equini e avicoli. Il settore economico secondario è costituito da imprese che operano nei comparti alimentare, della fabbricazione di articoli in materiale plastico, dei materiali da costruzione, della fabbricazione di strumenti e apparecchi di misurazione ed edile. L'economia del paese è basata anche sull'industria per la produzione dell'acqua oligominerale.

Nell'area al cui interno ricadrà il parco eolico, non risulta siano mai state svolte attività antropiche di particolare impatto sull'ambiente, con usi pregressi che esulino da moderate attività di agro-pastorali o da attività strettamente connesse alla mera realizzazione delle infrastrutture tecnologiche e delle reti viarie esistenti interessate dalle opere (strade sterrate agricole e strade provinciali o statali).

Non si ritiene pertanto vi sia da segnalare la presenza nell'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.



È da segnalare che le formazioni geologiche principali, alluvioni quaternarie ed arenarie della formazione del Cixerri non contengono minerali asbestiformi quali quelli appartenenti al gruppo degli anfiboli [crocidolite, amosite (amianto bruno), antofillite, actinolite, termolite], notoriamente pericolosi per la salute umana.



2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il parco in esame sarà costituito da N° 8 aerogeneratori e sarà collegato alla rete elettrica nazionale. La connessione sarà garantita da un cavidotto interrato 36 kV che collegherà il parco eolico ad una nuova Stazione Elettrica di trasformazione della RTN a 150/36 KV sita nel territorio comunale di Musei da collegare alla RTN a 150 kV "Iglesias 2 Siliqua".

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 tripala della potenza nominale di 6.6 MW, che meglio rispondono alle esigenze progettuali.

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.

2.1 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 tominamenti 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 36 kV) tra gli aerogeneratori e la cabina di smistamento;
- installazione di una cabina di smistamento delle linee di distribuzione e trasporto dell'energia;
- 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 Musei) della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Iglesias 2-Siliqua"
- installazione dei sistemi di monitoraggio, controllo e misura delle turbine.

2.2 ACCESSIBILITÀ AL PARCO

In via preliminare si può ipotizzare che l'accesso al sito avvenga partendo dal vicino porto di Portoscuso, proseguendo poi in direzione sud e successivamente ovest lungo la SP2 fino all'intersezione con la SS130. Quest'ultima sarà da percorrere in direzione ovest fino allo svincolo con la SP88 che costituisce l'innesto alla viabilità primaria interna al parco. Questa ipotesi dovrà essere analizzata in fase di progettazione esecutiva da una ditta specializzata in trasporti speciali.

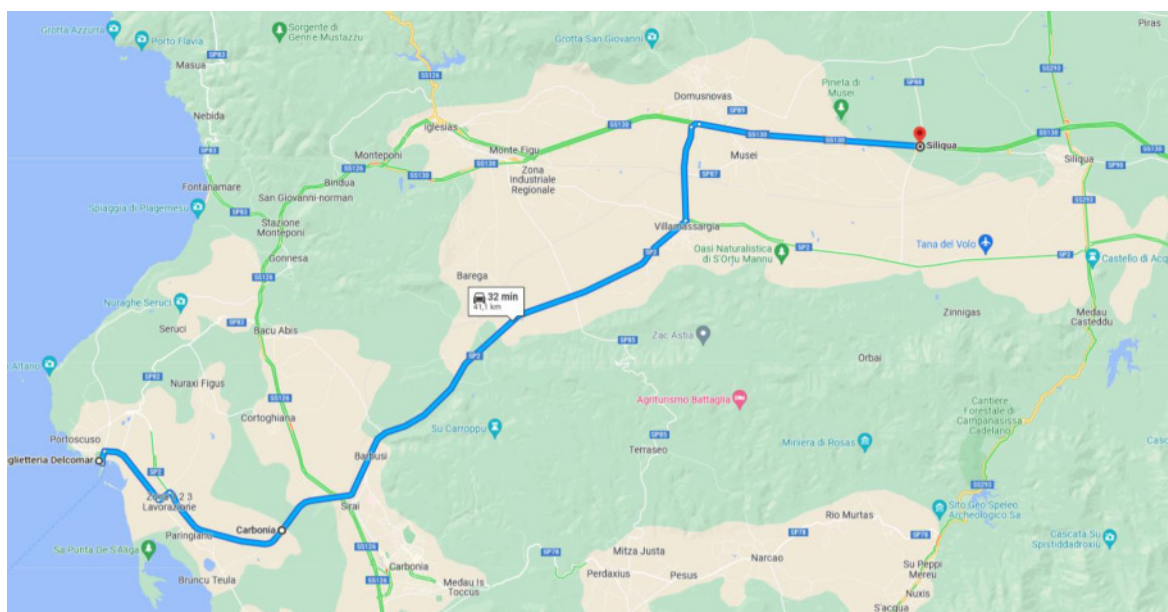


Figura 2.1: ipotesi di viabilità di accesso al sito

2.3 VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE WTG

Al campo eolico si accede attraverso la viabilità esistente (strade Statali, Provinciali, Comunali), 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.

Le diverse torri possono essere divise in due gruppi: un gruppo composto dagli aerogeneratori SQ04, SQ05, SQ06, SQ07 e SQ08 posizionato più a ovest e collegate tra loro da un tratto di SP88 ed un gruppo composto dalla SQ01, SQ02 e SQ03, posizionate più ad est ed unite da un tratto di viabilità di nuova realizzazione che si innesta sulle SP89. Le due strade provinciali si intersecano con un ampio svincolo e permettono di immettersi sulla strada statale a due corsie SS130. Sia la strada SP88 che la SP89 presentano una superficie asfaltata e mediamente con una larghezza superiore ai 5m. La SP88 sovrappassa la SS130 con un cavalcavia che però potrà non essere percorso dai mezzi speciali in quanto il collegamento tra le due viabilità è garantito da uno svincolo con diverse rampe di accesso. Alla luce di quanto sopra descritto non si prevedono particolari interventi sulle stradi esistenti se non locali accorgimenti di adeguamento della sagoma o di eliminazione di ostacoli (i.e. cartelli segnaletici) per permettere le manovre dei mezzi particolarmente ingombranti.



Figura 2.2: viabilità interna al sito

Negli elaborati grafici allegati e redatti per ciascun aerogeneratore, sono illustrati i 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; in 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	
Wind farm access road and internal wind farm road	>10 and ≤13 without concreting if gradient < 200 m. ⁽¹⁾	Up to 7 without concreting ⁽¹⁾				
	>10 and ≤13 improved concreting or paving if gradient > 200 m. ⁽¹⁾	>7 and ≤10 improved concreting or paving ⁽¹⁾	0.50	0.50	2	0.20
	>13 and ≤15 improved concreting or paving + 6x6 tractor unit					
	>15 need for towing study	>10 need for towing study				
Access and internal roads reverse driving	≤ 3 up to a max. of 1000 m without concreting.	<2 up to max. 500 m without concreting.				
	>3 and ≤5 max. 1000m improved concreting or paving	≥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:

1. Scotico terreno vegetale.
2. Scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa.
3. Compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti.
4. 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.
5. Posa del Cassonetto stradale in tout venant compatto o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm.
6. Posa dello Strato di finitura in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero opportunamente vagliato sp. medio 10 cm.

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

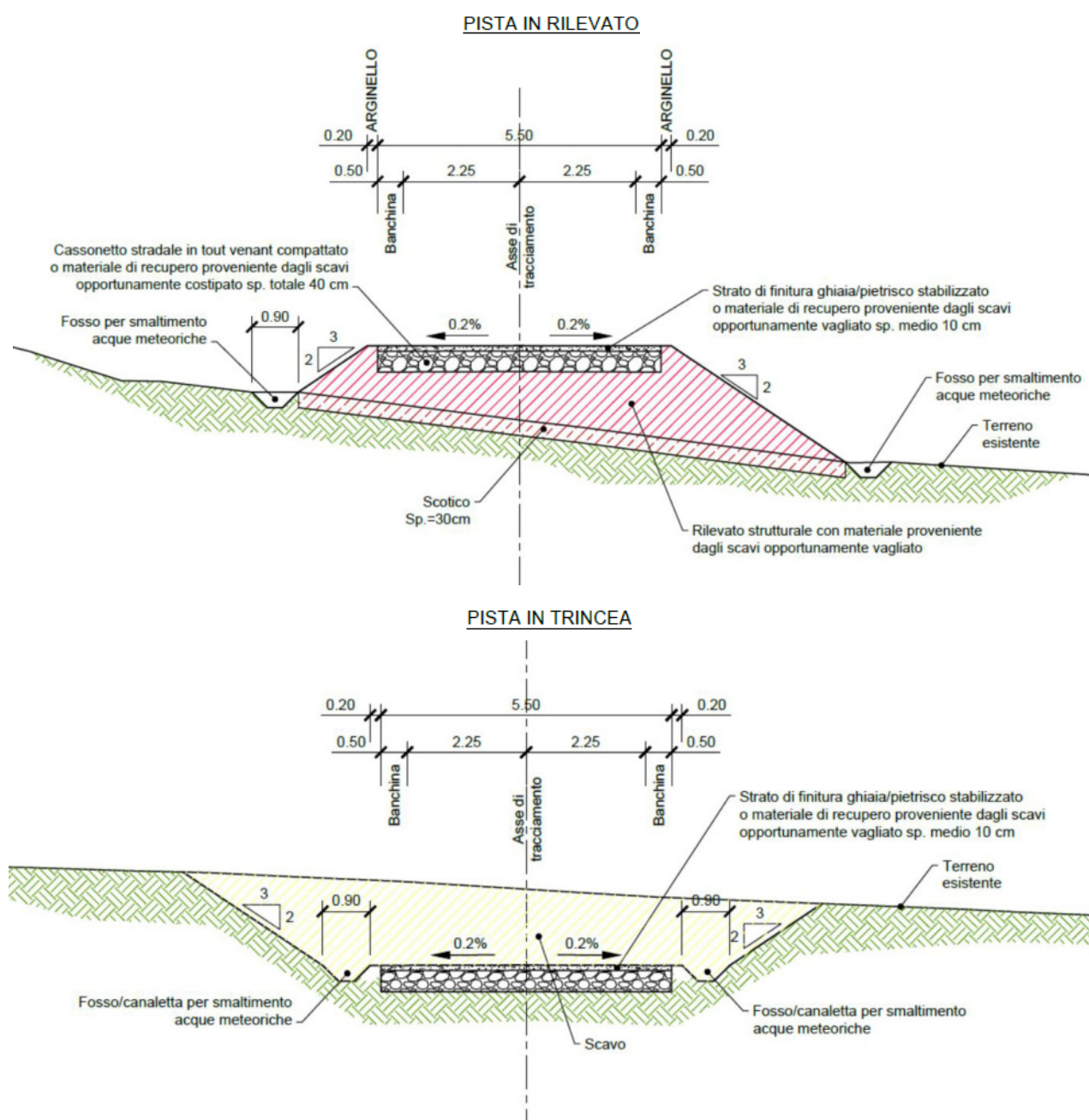


Figura 2.3 – Sezione tipo piste di accesso

Per la viabilità esistente (strade regionali, provinciali, comunali e poderali), ove fosse necessario ripristinare il pacchetto stradale per garantire la portanza minima o allargare la sezione stradale per adeguarla a quella di progetto, si eseguiranno le modalità costruttive in precedenza previste.

2.4 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 due aree di servizio per il posizionamento delle gru ausiliarie al montaggio del braccio della gru principale.

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

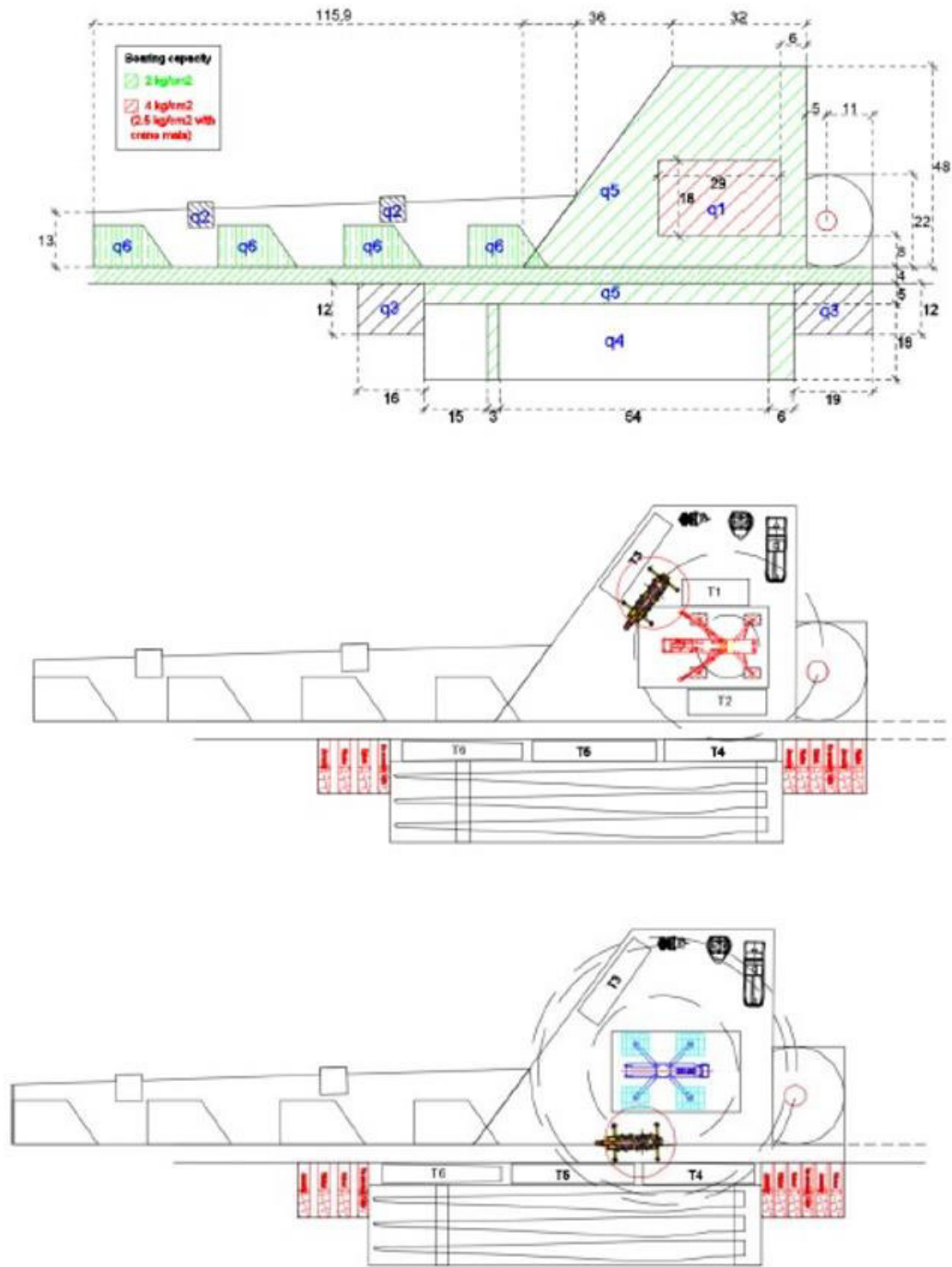


Figura 2.4 – tipologico per il sistema di montaggio “Partial storage”



Figura 2.5 – esempio di piazzola in fase di costruzione

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

1. Scotico terreno vegetale;
2. scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa;
3. compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti;
4. 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.;
5. posa di uno strato di fondazione in tout venant compattato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm;
6. 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.

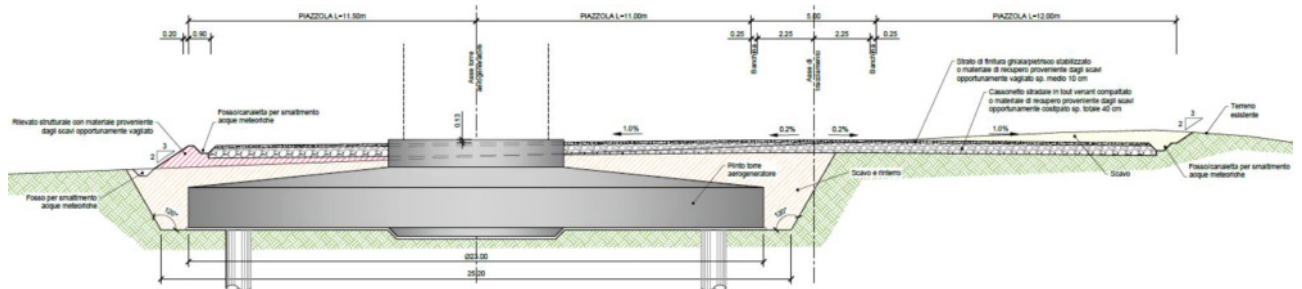


Figura 2.6 – Sezione tipo piazzole



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 rimanenti aree devono avere semplicemente una superficie più o meno piana e libera da ostacoli.

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

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

I dettagli sono rappresentati nelle tavole:

- 2995_5110_SIL_PD_T07_Rev0_TIPOLOGICO PIAZZOLA TEMP_DEF
- 2995_5110_SIL_PD_T06_Rev0_TIPOLOGICO FONDAZIONI

2.5 Interferenze

Al fine di individuare particolari ostacoli alla realizzazione delle opere sopra descritte, è stato effettuato un sopralluogo sulle aree interessate dal parco, dal quale non sono emerse particolari criticità ai fini della costruzione delle piste e delle piazzole.

Le successive Figura 2.7 e Figura 2.8 illustrano le interferenze che si incontreranno in fase di realizzazione del cavidotto elettrico di connessione alla rete nazionale.

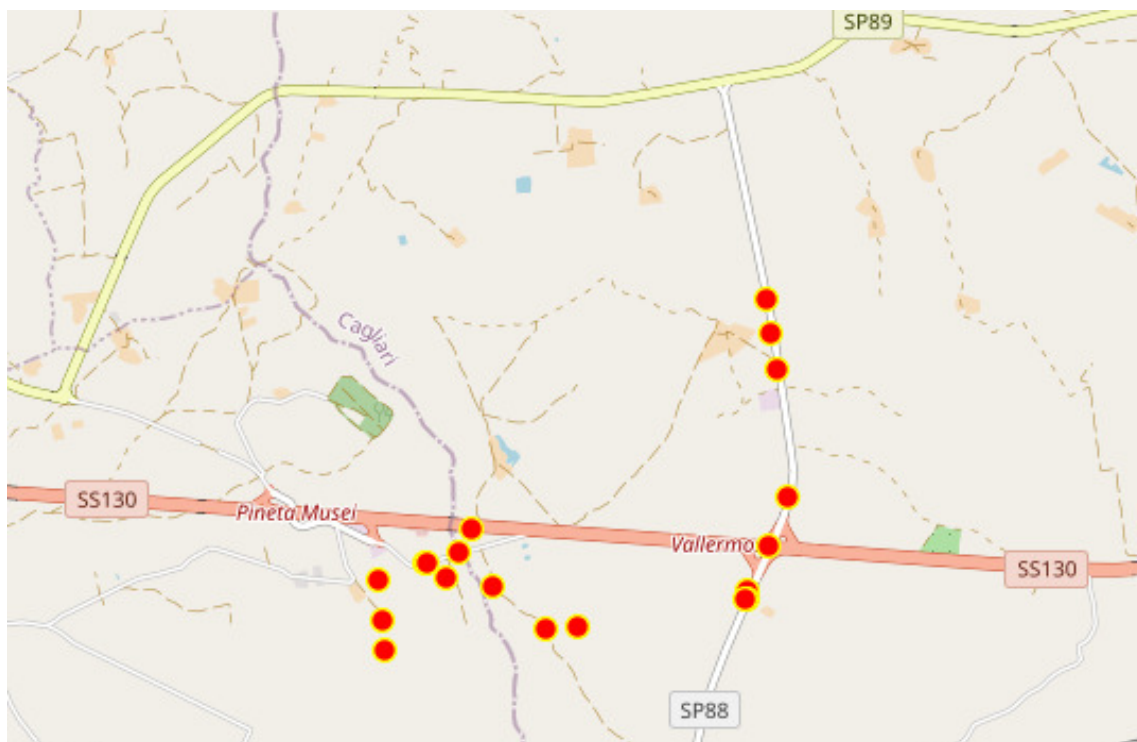


Figura 2.7 – Localizzazione grafica delle interferenze con il cavidotto

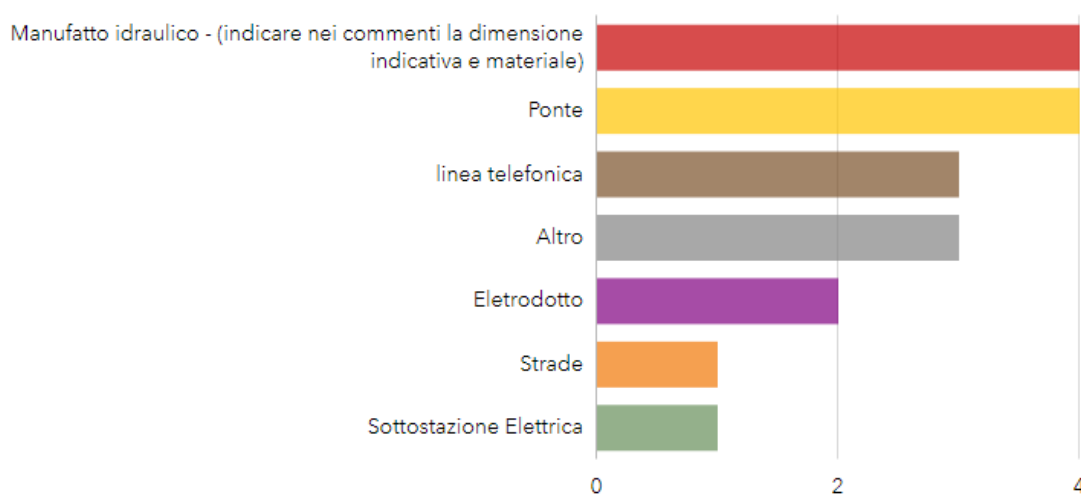


Figura 2.8 – Tipologie di interferenze

Al fine di superare le interferenze segnalate, si prevede di adottare due tipologie di soluzioni tecniche:

- TOC (Trivellazione orizzontale controllata).
- scavo a cielo aperto costruzione del nuovo manufatto e ripristino.

Di seguito si riportano le schede fotografiche per le principali interferenze rilevate.

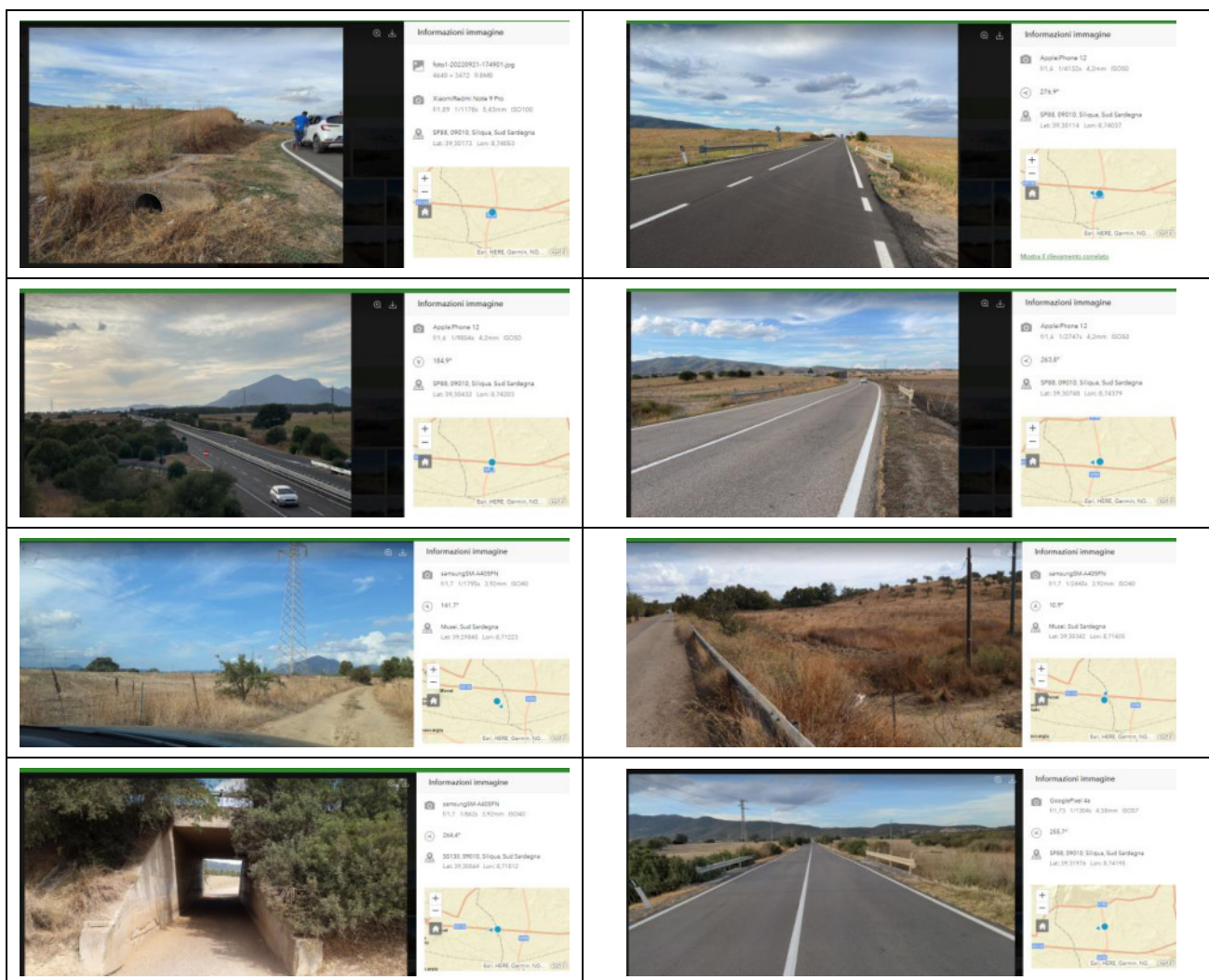


Figura 2.9 – Schede fotografiche delle principali interferenze

2.6 AREA DI CANTIERE TEMPORANEA

È prevista la realizzazione di un'area di cantiere dove si svolgeranno le attività logistiche di gestione dei lavori e dove verranno stoccati i materiali e le componenti da installare oltre al ricovero dei mezzi. Le aree di cantiere saranno divise tra l'appaltatore delle opere civili ed elettriche e il fornitore degli aerogeneratori. Ogni area di cantiere avrà una superficie di circa 5000mq e sarà realizzata mediante la pulizia e lo spianamento del terreno e verrà finita con stabilizzato.

Le aree si trovano in posizione baricentrica rispetto all'impianto ed in prossimità delle piazzole SQ_03 e SQ_05.

Al termine dei lavori di realizzazione del parco eolico, le piazzole di stoccaggio, le aree per il montaggio del braccio gru e le aree di cantiere saranno dismesse prevedendo la rinaturalizzazione delle aree e il ripristino allo stato ante operam.

In questa fase di Progetto è stato previsto un plinto a base circolare del diametro di 23 m, con altezza massima di circa 3.86 m (3,50 m + 0,36 m nella parte centrale), posato ad una profondità massima di 3,37 m circa dal piano campagna finito e sporgente circa 13 cm dal piano finito. Il plinto di fondazione è composto, al netto dell'approfondimento centrale di posa dell'Anchor Cage e del magrone di fondazione, da una parte inferiore cilindrica ($h = 1,80$ m), una intermedia troncoconica ($h = 0,80$ m), ed una superiore cilindrica di altezza 1,10 m (sopralzo o colletto) che sporge dal piano campagna di circa 13 cm. Il sistema di connessione torre-fondazione è costituito da un doppio anello di tirafondi ad alta resistenza collegati inferiormente con una flangia circolare ed annegati nel calcestruzzo della fondazione e superiormente collegati a quella del primo concio della torre. Il colletto terminale alto 1,10 m permetterà oltre che di garantire la sporgenza da terra di 13 cm, anche di mantenere il grosso della fondazione interrato di 1 m sotto il piano di campagna. 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 415 mq. Per il dimensionamento si è stato ipotizzato un aerogeneratore della potenza di 6.6 MW avente un'altezza massima del mozzo di 135 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 20 m. I pali saranno disposti in modo radiale ad una distanza di 9,5 m dal centro della fondazione. 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.





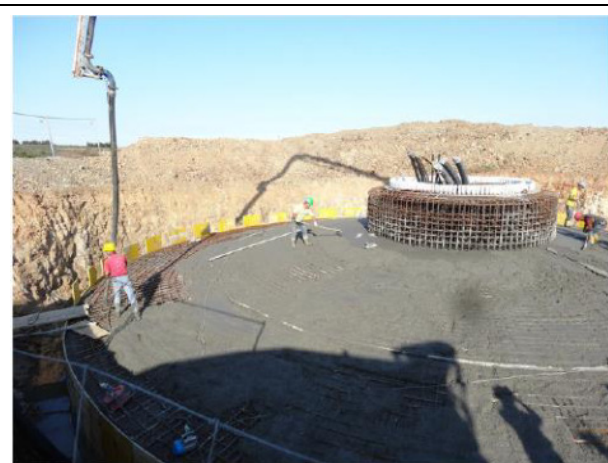
Scapitozzatura dei pali



Getto magrone di pulizia



Posa ferri e cassetta



Fasi di getto



Parziale rinterro



Plinto ultimato

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.

2.8 AEROGENERATORI

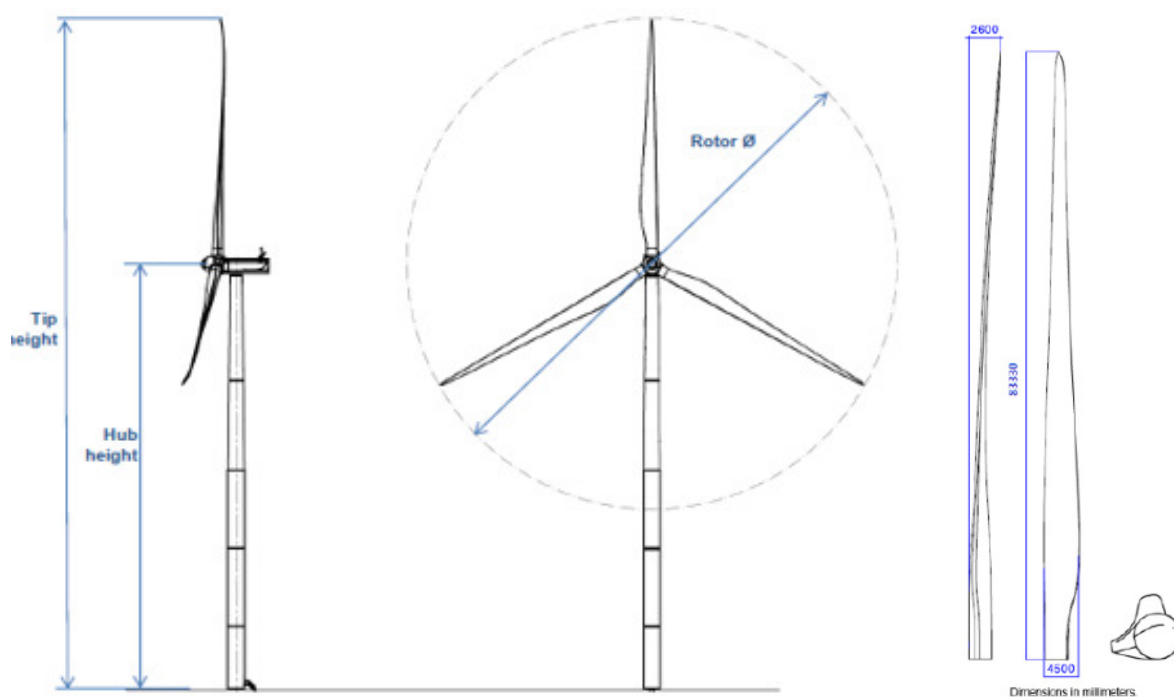
Un aerogeneratore ha la funzione di convertire l'energia cinetica del vento prima in energia meccanica e successivamente in energia elettrica.

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 6.6 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=220m; hub height=135m; rotor diameter=170m; blade length=83.33m

Figura 2.11 - Struttura aerogeneratore

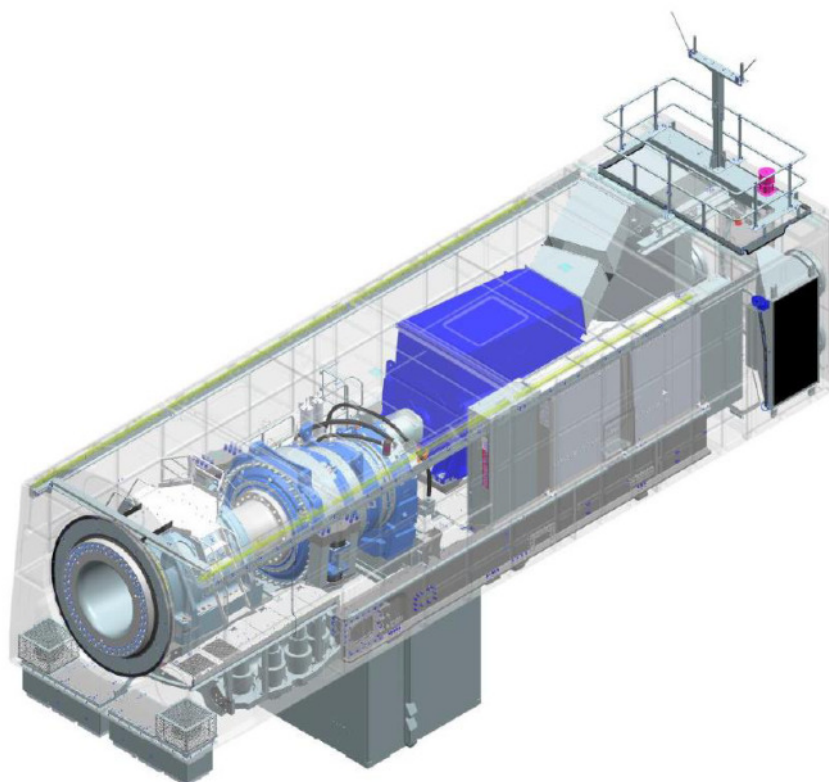


Figura 2.12 - Struttura navicella

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 36 kV/BT;
- cavo 36 kV di potenza;
- quadro elettrico di protezione 36 kV;
- servizi ausiliari;
- rete di terra.

Il generatore produce corrente elettrica in bassa tensione (BT) che viene innalzata a 36 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.

2.9 CAVIDOTTI

Saranno realizzati tracciati di connessione mediante linee di cavo interrato a 36 kV.

I cavidotti in progetto interesseranno:

- le linee di collegamento tra la cabina di connessione e la cabina di smistamento;
- le linee di collegamento tra la cabina di smistamento e le torri del parco eolico, raggruppate in 3 cluster.

I tracciati di connessione sono riportati nell'elaborato grafico allegato al progetto denominato "2995_5110_SIL_PD_R15_T03_Rev0_PLANIMETRIA CAVIDOTTI SU CTR E SEZIONI TIPO" e nella successiva Figura 2.13.

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.

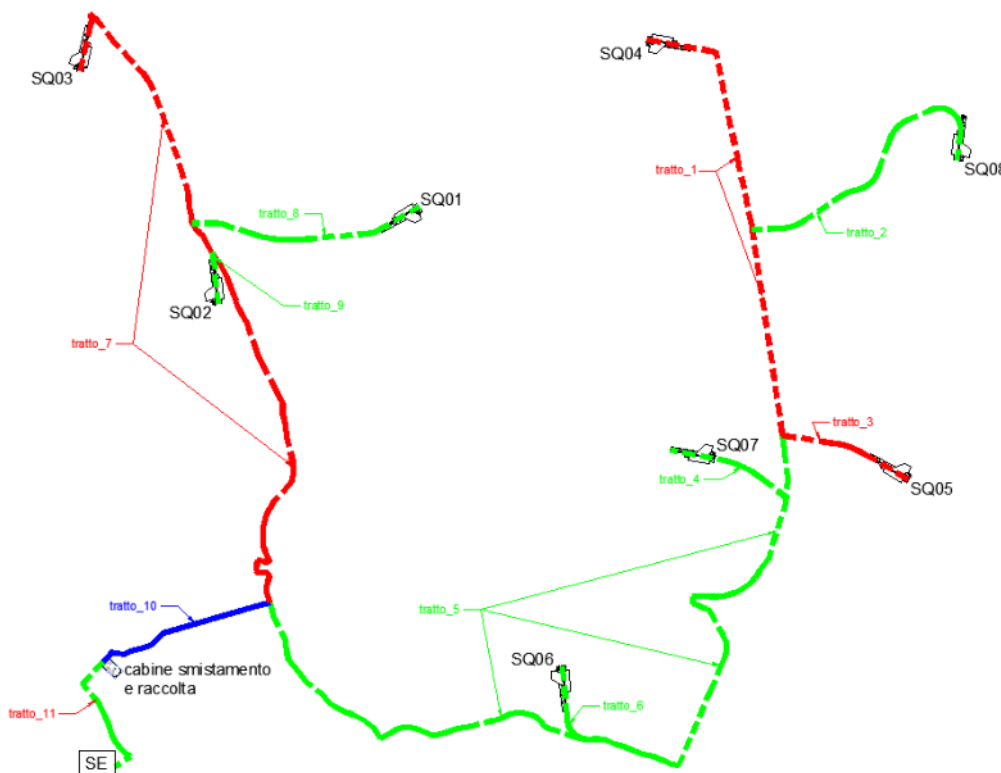


Figura 2.13 – tracciato cavidotto (rosso=1 terne; verde=2 terne; blu=3 terne)

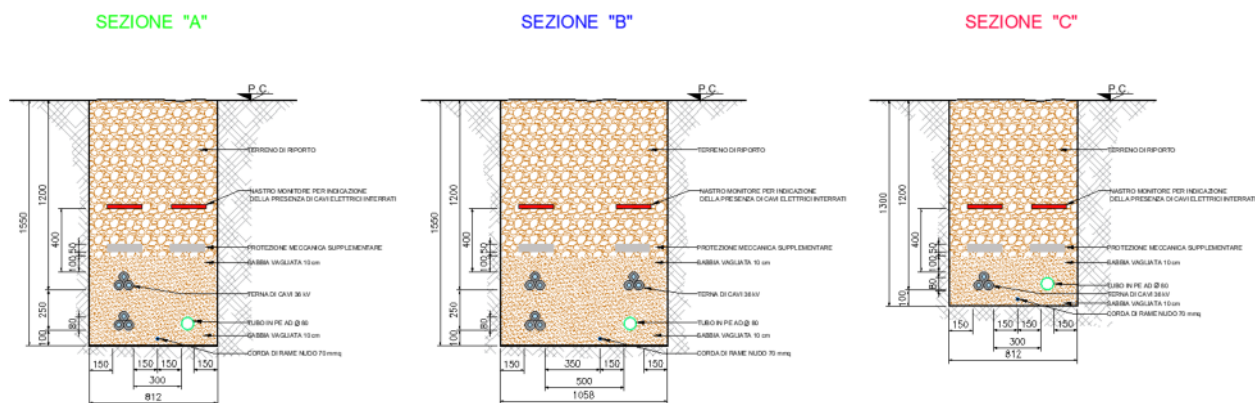


Figura 2.14 – sezioni tipo cavidotto

La rete a 36 kV sarà realizzata utilizzando cavi unipolari del tipo ARE4H5E (o equivalente) con conduttore in alluminio, con formazione tripolare ad elica visibile. Le caratteristiche elettriche di portata e resistenza dei cavi in alluminio sono riportate nella figura seguente (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 2.1: Sezioni e caratteristiche cavi elettrici

Sezione [mm ²]	Portata [A]	Resistenza [Ohm/km]
150	328	0,262
500	643	0,084
630	735	0,061

Per il collegamento degli 8 aerogeneratori e per la connessione fra le cabine e la SE sarà necessario realizzare circa 12.000 m di cavidotti interrati con una profondità minima di 1,30 m e massima 1,55 m una larghezza compresa tra un minimo di circa 0,8 m e un massimo di circa 1,06 m.

Interconnessione aerogeneratori

- un tratto di circa 304 m lungo pista di accesso all'aerogeneratore SQ04 (tratto 1a), dove sarà realizzata ex novo una pista non asfaltata su terreno attualmente ad uso agricolo (cavidotto sezione tipo C);
- un tratto di circa 1630 m lungo la strada provinciale SP88 (tratto 1b), dove sarà realizzato uno scavo a sezione obbligata "Tipo C";
- un tratto di circa 1280 m lungo la pista di accesso all'aerogeneratore SQ08 (tratto 2), dove sarà adeguata una pista esistente, non asfaltata; (cavidotto sezione tipo A);
- un tratto di circa 569 m lungo la pista di accesso all'aerogeneratore SQ05 (tratto 3), dove sarà realizzata ex novo una pista non asfaltata su terreno attualmente ad uso agricolo (cavidotto sezione tipo C);
- un tratto di circa 573 m lungo la pista di accesso all'aerogeneratore SQ07 (tratto 4), dove sarà realizzata ex novo una pista non asfaltata su terreno attualmente ad uso agricolo (cavidotto sezione tipo A);
- un tratto di circa 1500 m lungo la strada provinciale SP88 (tratto 5a), dove sarà realizzato uno scavo a sezione obbligata "Tipo A";



- un tratto di circa 2356 m di collegamento tra il cavidotto denominato tratto 1, gli aerogeneratori SQ06, SQ07 alla cabina di smistamento (tratto 5b), dove sarà adeguata una pista esistente, non asfaltata (cavidotto sezione tipo A);
- un tratto di circa 340 m lungo la pista di accesso all'aerogeneratore SQ06 (tratto 6), dove sarà realizzata ex novo una pista non asfaltata su terreno attualmente ad uso agricolo (cavidotto sezione tipo A);
- un tratto di circa 3099 m di collegamento tra l'aerogeneratore SQ03 ed il susseguente cavidotto denominato tratto 10 (tratto 7), dove sarà adeguata una pista esistente, non asfaltata (cavidotto sezione tipo C);
- un tratto di circa 994 m di collegamento tra l'aerogeneratore SQ01 ed il susseguente cavidotto denominato tratto 7 (tratto 8), dove sarà adeguata una pista esistente, non asfaltata (cavidotto sezione tipo A);
- un tratto di circa 216 m lungo la pista di accesso all'aerogeneratore SQ02 (tratto 9), dove sarà realizzata ex novo una pista non asfaltata su terreno attualmente ad uso agricolo (cavidotto sezione tipo A);

Connessione aerogeneratori-cabina di smistamento

- un tratto di circa 767 m lungo la strada asfaltata (tratto 10), dove sarà realizzato uno scavo a sezione obbligata "Tipo B".

Connessione cabina di smistamento SE

- un tratto di circa 579 m lungo la strada interpodereale sterrata (tratto 11), dove sarà realizzato uno scavo a sezione obbligata "Tipo A". Questo tratto interessa un tratto di strada esistente non asfaltata attualmente utilizzato per il passaggio di mezzi agricoli diretti ai campi. Questo tratto costituirà anche la via di accesso alla Stazione Elettrica

Le interferenze che il cavidotto incontra lungo il suo percorso sono descritte nell'apposito elaborato "2995_5110_SIL_PD_R09_T02_Rev0_ATTRAVERSAMENTIIDRAULICI".

Nella seguente tabella si riassumono i vari tratti di cavidotto con i dati precedentemente descritti.

Tabella 2.2: segmenti cavidotto

SEGMENTO	N° TERNE	SEZIONE	LUNGHEZZA (m)	TIPOLOGIA STRADA	FINITURA
1a	1	0,8 x 1,30	304	Nuova realizzazione	sterrata
1b	1	0,8 x 1,30	1630	Esistente da adeguare	asfaltata
2	2	0,8 x 1,55	1280	Esistente da adeguare	sterrata
3	1	0,8 x 1,30	569	Nuova realizzazione	sterrata
4	2	0,8 x 1,55	537	Nuova realizzazione	sterrata
5a	2	0,8 x 1,55	1500	Esistente da adeguare	asfaltata
5b	2	0,8 x 1,55	2356	Esistente da adeguare	sterrata
6	2	0,8 x 1,55	340	Nuova realizzazione	sterrata
7	1	0,8 x 1,30	3099	Esistente da adeguare	sterrata
8	2	0,8 x 1,55	994	Esistente da adeguare	sterrata
9	2	0,8 x 1,55	216	Nuova realizzazione	sterrata
10	3	1,06 x 1,55	767	Esistente da adeguare	asfaltata
11	2	0,8 x 1,55	579	Esistente da adeguare	sterrata

Lo scavo ospiterà, da 1 a 3 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 nudo 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 1,30 m massima 1,55 m e larghezza compresa tra un minimo di circa 0,8 m e un massimo di circa 1,06 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.



2.10 SISTEMA DI CONNESSIONE

Il parco in esame, costituito da N° 8 aerogeneratori, sarà collegato alla rete elettrica nazionale. La connessione sarà garantita da un cavidotto interrato a 36 kV che si allaccerà all'ampliamento a 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN situata nel comune di Musei.

La soluzione ipotizzata per la connessione prevede che l'impianto eolico sia collegato in antenna a partire dal punto di allaccio disponibile all'interno della Stazione Elettrica (SE) Terna di futura realizzazione.

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

- Cavidotto 36 kV, composto da 2 linee in parallelo, di lunghezza pari a circa 600 m, che collegheranno la cabina di Raccolta con il punto di allaccio 36 kV disponibile SE Terna;
- Cavidotto 36 kV, composto da 2 linee in parallelo, di lunghezza pari a circa 100 m, che collegheranno la cabina di Raccolta con la cabina di Smistamento;
- Cavidotto 36 kV, composto da 3 linee provenienti ciascuna da un cluster del parco eolico per il collegamento elettrico degli aerogeneratori con la cabina di smistamento adiacente 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.



2.11 CABINE DI PROGETTO

All'interno dell'area di progetto è stato individuato un lotto all'interno del quale saranno installate le due cabine in progetto e l'eventuale trasformatore AT/MT 36/30 kV.

La cabina di Raccolta avrà la funzione di raccogliere le linee elettriche e in fibra ottica provenienti dalla cabina di smistamento e collegare l'impianto al punto di allaccio disponibile nell'ampliamento a 36 kV della stazione terna di Musei. La cabina, esercita a livello di tensione 36 kV, avrà dimensioni indicative in pianta di circa 36,30 x 8,70 m e sarà suddivisa in 3 locali distinti: sala quadri 36 kV, vano misure, sala quadri BT e controllo. Nella sala quadri 36 kV saranno presenti i quadri con le celle di sezionamento in arrivo e partenza; il vano misure conterrà tutti gli apparati per effettuare le misure da parte del gestore della rete; la sala quadri BT e controllo avrà all'interno i quadri BT per l'alimentazione dei carichi ausiliari o piccoli carichi locali lungo il tracciato di connessione, oltre a tutte le apparecchiature per il tele distacco e il telecontrollo dell'impianto da parte dell'ente fornitore.

La cabina di Smistamento invece avrà il compito di collegare la cabina di Raccolta con le WTG in progetto sia elettricamente che via cavi dati. Nell'eventualità che l'impianto debba essere esercito a livello di tensione 30 kV la cabina di Smistamento avrà anche la funzione di connettersi al trasformatore e diventare quindi il punto di partenza per le linee MT a 30 kV. Tale cabina, normalmente esercita a 36 kV, avrà dimensioni indicative in pianta di circa 36,30 x 8,70 m e sarà suddivisa in 3 locali distinti: sala quadri, sala trasformatori ausiliari, sala quadri BT e controllo. Nella sala quadri saranno presenti i quadri con le celle di sezionamento in arrivo e partenza; la sala trasformatori avrà all'interno due trasformatori per l'alimentazione dei carichi ausiliari; la sala quadri BT e controllo avrà all'interno i quadri BT per l'alimentazione dei carichi ausiliari o piccoli carichi locali lungo il tracciato di connessione oltre agli apparati necessari per la connessione tramite fibra ottica delle WTG in progetto alla cabina di Raccolta.

Entrambe le cabine dovranno essere allestite in funzione delle scelte tecnologiche che saranno fatte in fase esecutiva e costruttiva, tale allestimento dovrà rispettare tutte le prescrizioni dell'ente fornitore che saranno stabilite tramite regolamento di esercizio e le norme tecniche in vigore durante la fase esecutiva.



3. FASI ESECUTIVE

Terminato l'iter autorizzativo si potrà procedere alla realizzazione del progetto che può essere schematizzata nei seguenti ITEM:

- 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 nell'area delle cabine di smistamento e raccolta;
- allacciamento delle diverse linee del parco;
- collaudo ed avviamento del parco;
- dismissione del cantiere;
- realizzazione opere di ripristino ed eventuali opere di mitigazione.

Per quanto sopra descritto si ipotizza siano necessari circa 18 mesi di lavoro. Si faccia riferimento allo specifico elaborato 2995_5110_SIL_PD_R13_Rev0_CRONOPROGRAMMA.



4. DISMISSIONI

4.1 DISMISSIONE CANTIERE

Al termine dei lavori di costruzione la maggior parte delle aree impegnate in fase di cantiere verranno ripristinate al loro stato originario o rinverdite 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 rinverdite 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.

4.2 DISMISSIONE 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 2995_5110_SIL_PD_R18_Rev0_PIANODISMISIONE.

- 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 3.082.321,94. Il dettaglio dei costi è riportato nel computo metrico allegato al Piano di dismissione.



5. COSTI

Si riporta di seguito la valutazione previsionale dei costi di progetto dell'impianto per la fase di realizzazione e la fase di dismissione (Rif.: 2995_5110_SIL_AMM_DA04_Rev0_QUADRO ECONOMICO).

Tabella 5.1: Quadro economico

IMPIANTO EOLICO "SILQUA WIND" DA 52,8 MW				
QUADRO ECONOMICO				
DESCRIZIONE	Importo (€)	IVA %	Importo IVA (€)	Importo totale € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI				
A.1) Interventi previsti	€ 64.952.824,80	10%	€ 6.495.282,48	€ 71.448.107,28
A.2) Oneri per la sicurezza	€ 175.398,91	10%	€ 17.539,89	€ 192.938,80
A.3) Opere di mitigazione	€ 52.681,07	10%	€ 5.268,11	€ 57.949,18
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	€ 90.000,00	22%	€ 19.800,00	€ 109.800,00
A.5) Opere connesse (STMG)	€ 80.784,00	22%	€ 17.772,48	€ 98.556,48
TOTALE A	€ 65.351.688,78			€ 71.907.351,74
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)	€ 1.307.033,78	22%	€ 287.547,43	€ 1.594.581,21
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	€ 120.000,00	22%	€ 26.400,00	€ 146.400,00
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€ 80.000,00	22%	€ 17.600,00	€ 97.600,00
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti	€ 50.000,00	22%	€ 11.000,00	€ 61.000,00
B.5) Oneri di legge su spese tecniche (B.1, B.2, B.3 e B4)	€ 62.281,35	22%	€ 13.701,90	€ 75.983,25
B.6) Imprevisti 1%	€ 653.516,89	22%	€ 143.773,72	€ 797.290,60
B.7) Spese varie	€ 3.082.321,91	22%	€ 678.110,82	€ 3.760.432,73
TOTALE B	€ 5.355.153,92			€ 6.533.287,79
COSTO TOTALE REALIZZAZIONE (A+B)	€ 70.706.842,70			€ 78.440.639,53

Per la descrizione dettagliata delle singole voci e dei relativi prezzi delle fasi realizzative si rimanda all'elaborato "2995_5110_SIL_PD_R03_Rev0_CME" mentre per le voci inerenti alle fasi di dismissione si fa riferimento al documento "2995_5110_SIL_PD_R18_Rev0_PIANODISMISIONE" ed al relativo computo allegato.



ALLEGATO 1 - 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 intended purpose. In no event will SGRE be liable for damages, including any general, special, incidental or consequential damages, arising out of the use of the document, the inability to use the document, the use of data embodied in, or obtained from, the document or the use of any documentation or other material accompanying the document except where the documents or other material accompanying the documents becomes part of an agreement between you and SGRE in which case the liability of SGRE will be regulated by the said agreement. SGRE reviews this document at regular intervals and includes appropriate amendments in subsequent issues. The intellectual property rights of this document are and remain the property of SGRE. SGRE reserves the right to update this documentation from time to time, or to change it without prior notice.

Table of contents

1. 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

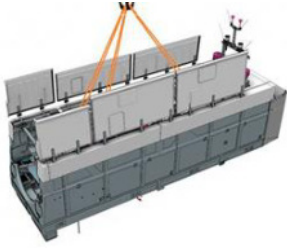


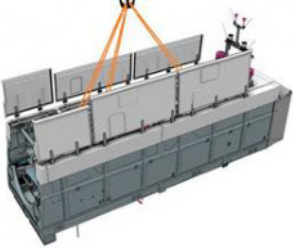



Strategy	Nacelle	DT	Hub	Blade
Strategy 3	Modular 	DT/Hub 		Blade To Blade (SBI) 
Strategy 4	Modular 	DT 	Hub 	BladeTo Blade (SBI) 

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:

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

- E: elasticity module
- ν : Poisson's ratio
- E_{v2} : second plate loading test cycle compressibility module

Additionally, remember that the dry density required after compaction for the different types of materials forming the roadbed is 98% of that obtained in the MP test or above.

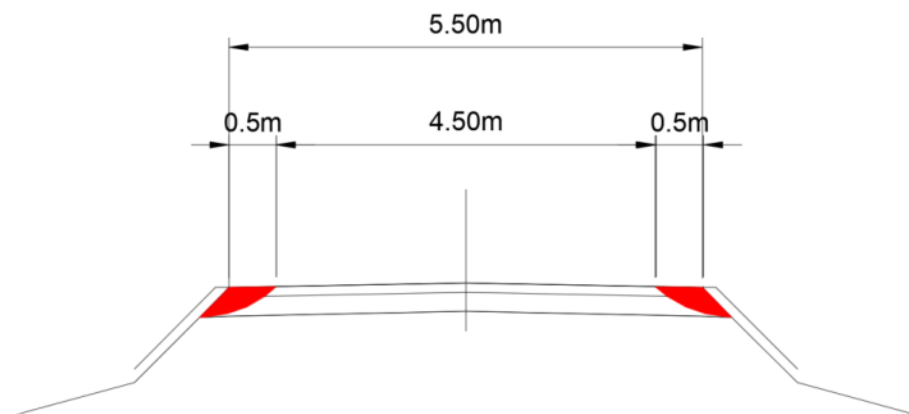
3.1.4. Road width

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

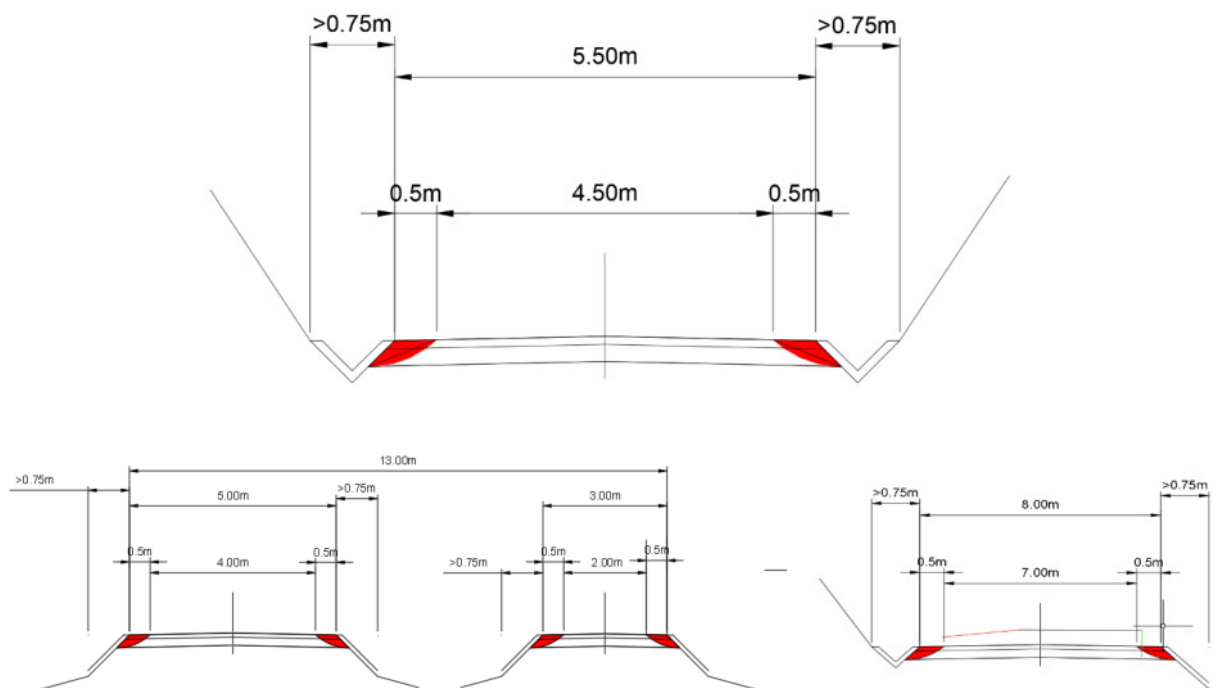
Minimum road width	
A. Wind farm access road transportation of components	<p>As a minimum and usable 4.5m* + 2 x 0.50m of obstacles in straight sections.</p> <p>As a minimum and usable 5.0m* + 2 x 0.50m free of obstacles in curves.</p> <p>As a minimum and usable 5.5m* + 2 x 0.50m free of obstacles in 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)

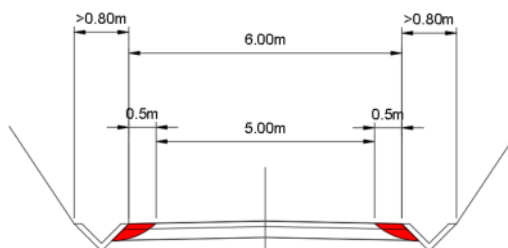


Figure 1. Minimum road width in access and internal roads

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	...	...	...	...	...

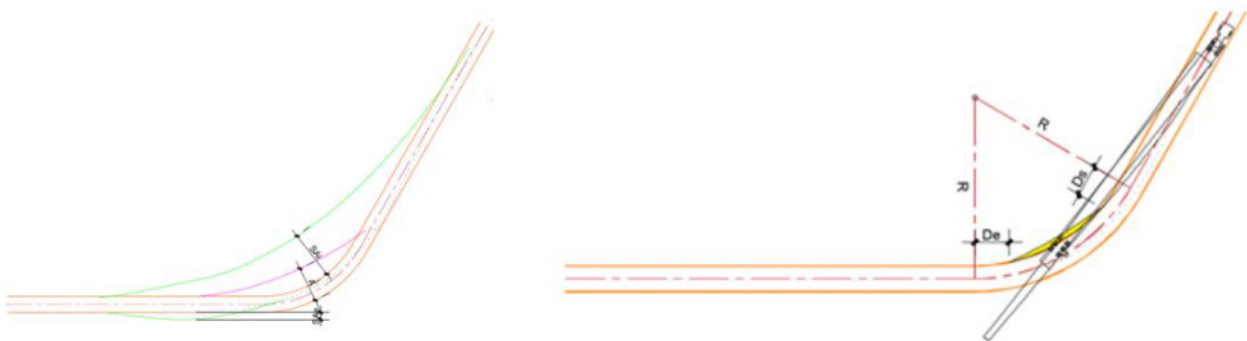


Figure 2. Curve widening

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.

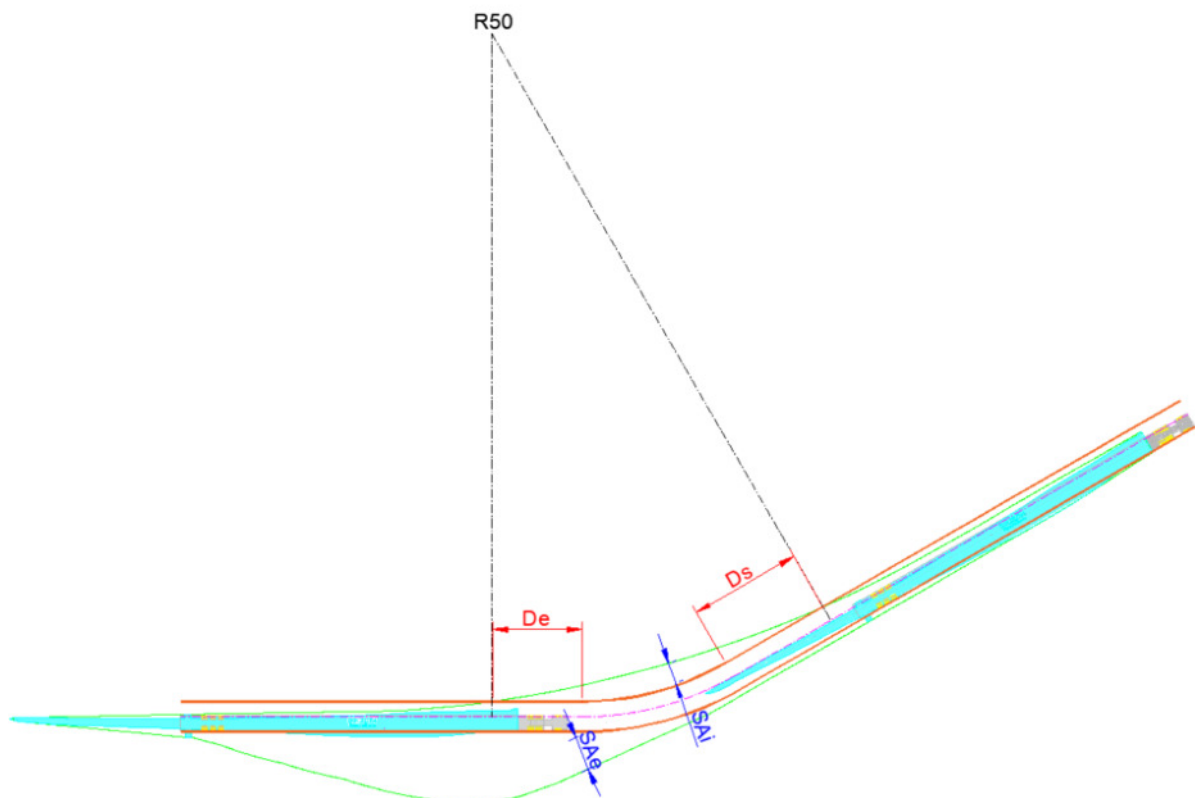
A study for guidance was made taking in to account an estimate vehicle (General vehicle). Each region will provide a study of curve radius with its most restrictive vehicles. As an example in the **5.1 Transport requirements**, the general results analysis for turbine model is included. This example 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.

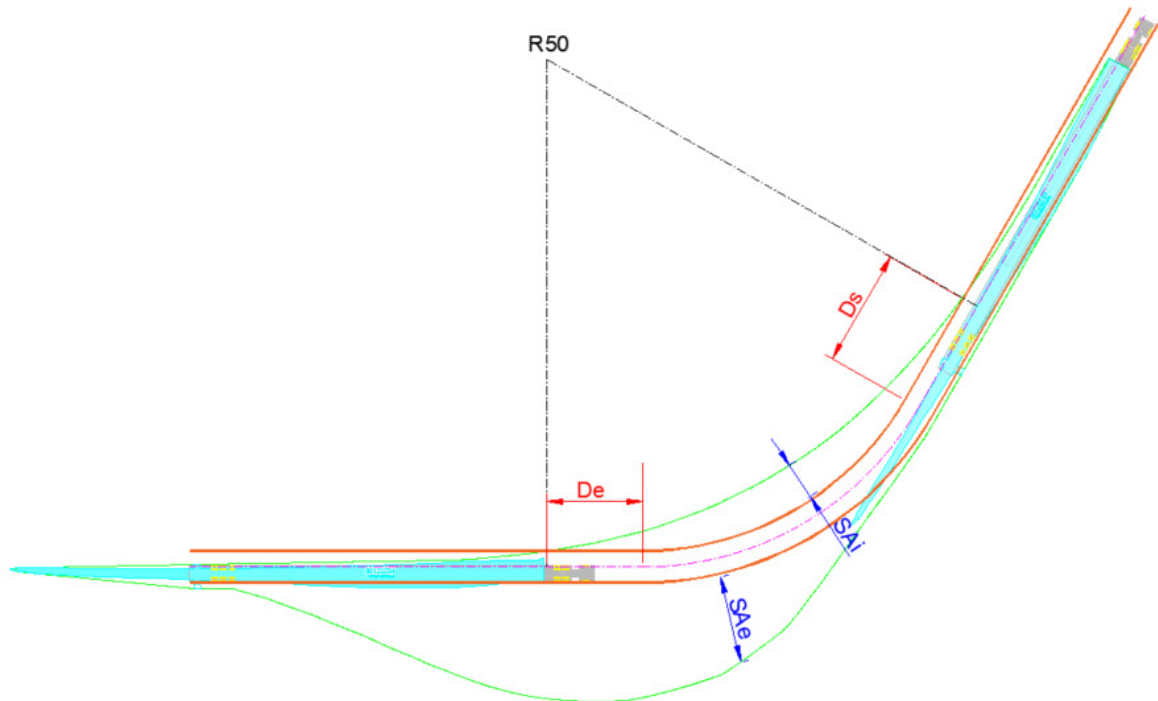
SGRE has available curve widening table for each region with a generic transport, which should be validated project by project.

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

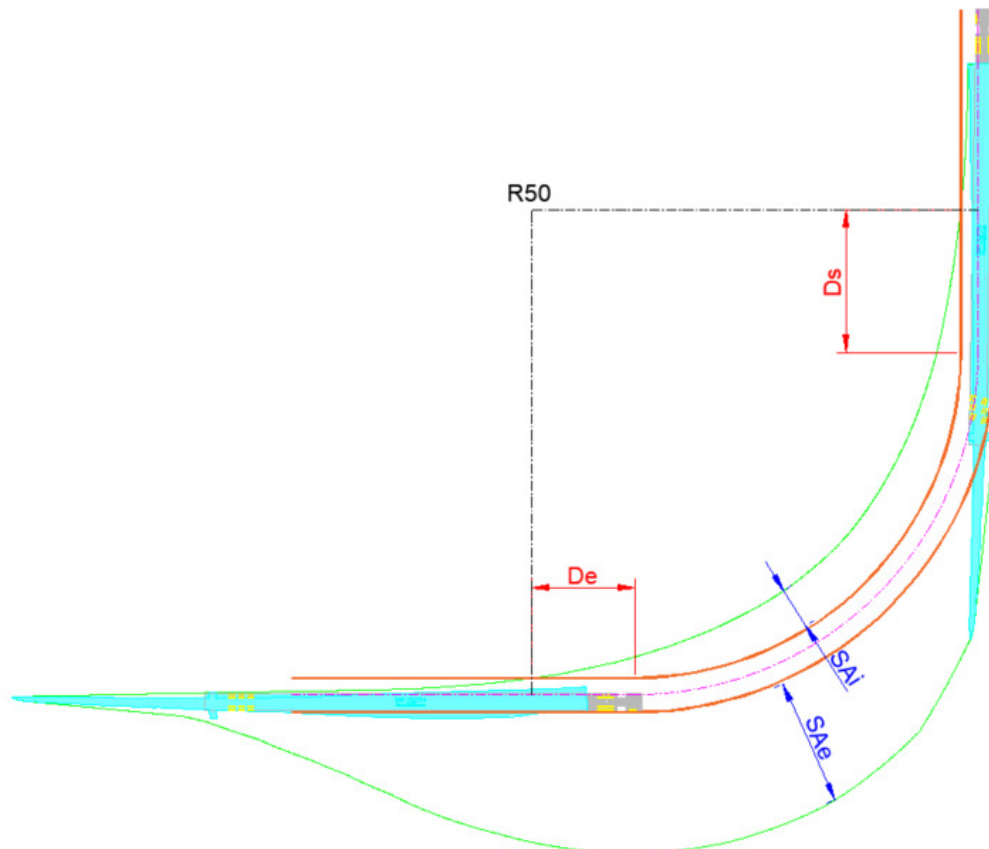
- **SG 170 Alineación a 30° y Radio 50m:**



- 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.

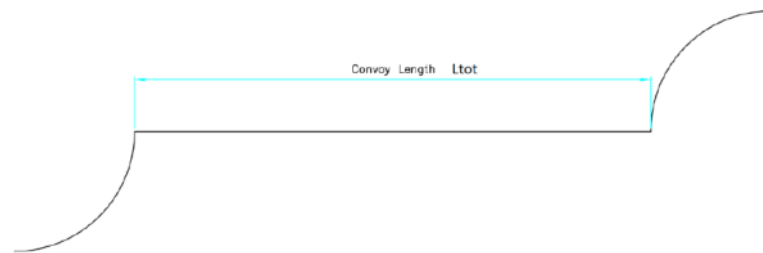


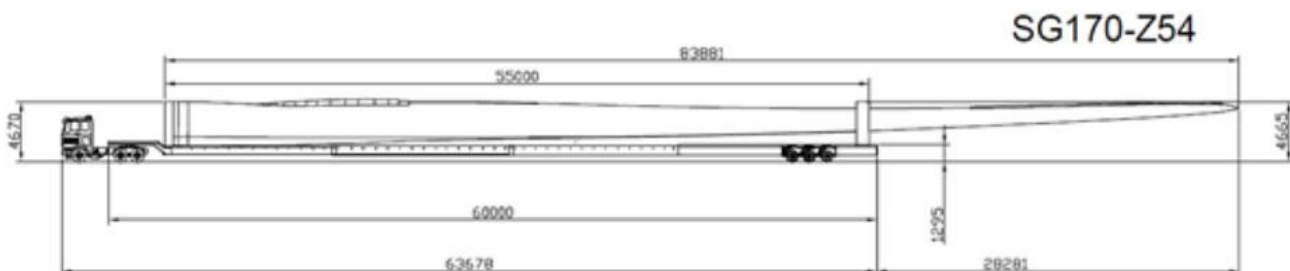
Figure 3. Transitions between gradient changes

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

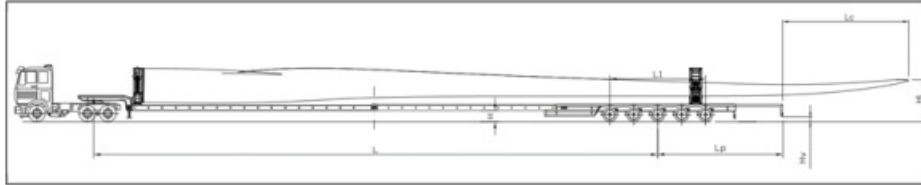
With the information we have now, **the most restrictive transport would be the SG170 blade on Z54 transport.** Bearing in mind that all the axles of the platform would be in contact with the ground. Considering that all the axles of the platform would be in contact with the ground and a rear overhang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

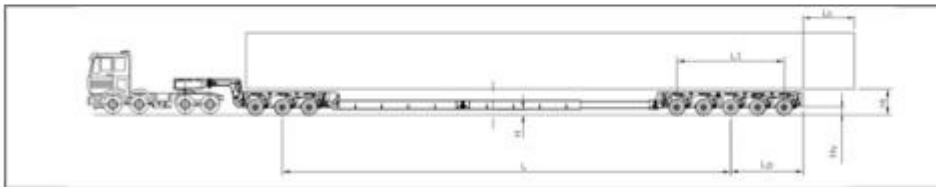
	This KV is theoretical and only valid when the suspension of the vehicle, from its lower limit, is set on:	Rear	Front
		15 cm	-

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.

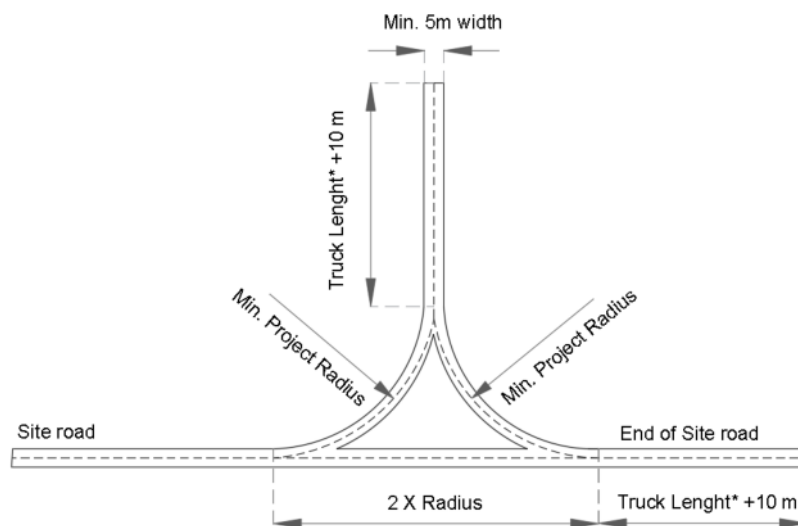


Figure 5. Turning point geometry suggestion

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.

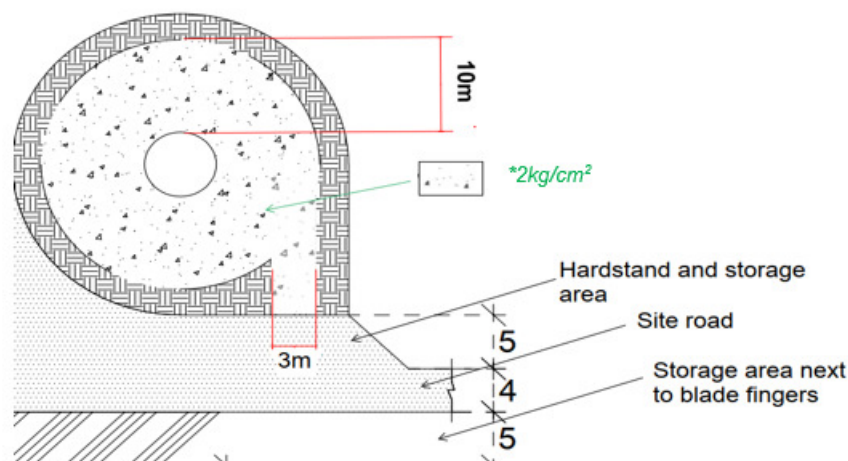


Figure 6. Example of hardstand layout and access road/ramp

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:

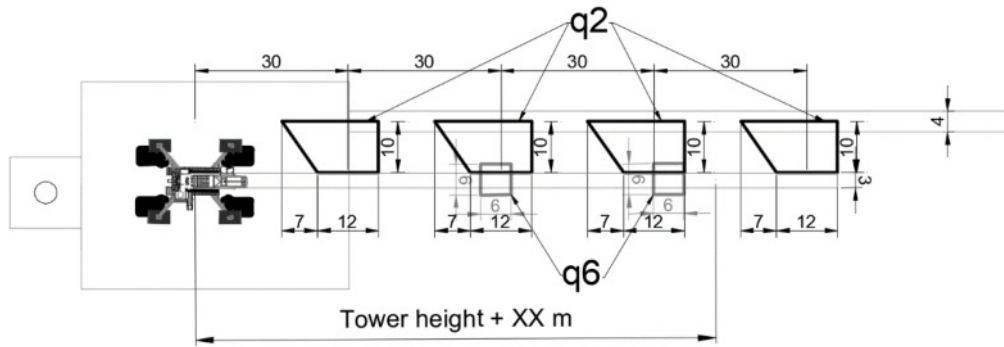


Figure 7. Distribution areas for main crane boom assembly

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.

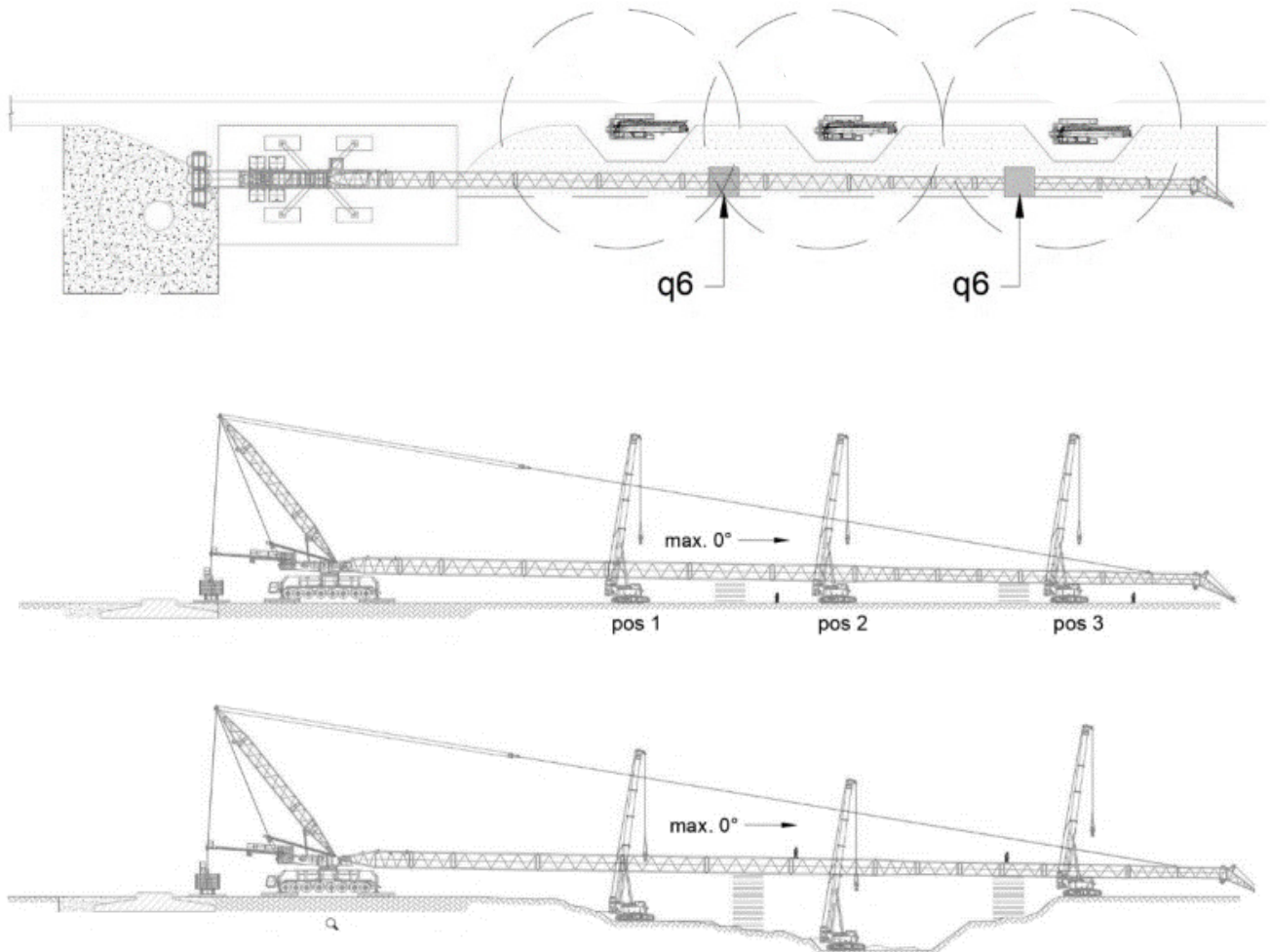


Figure 8. Boom assembly on flat and hilly terrain

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).

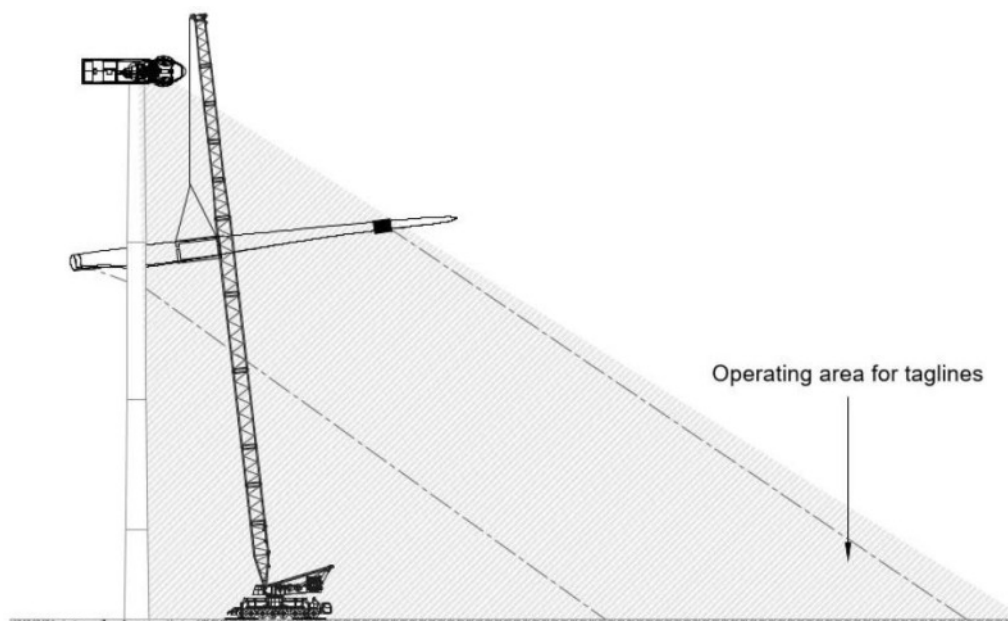
The areas for mounting and dismounting the main crane should be next to a hardstand but not overlap the hardstand area. Furthermore, they will be laid out as parallel as possible to the road reaching the hardstand, but without overlapping it, **in order to avoid invading the outgoing WF road in case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



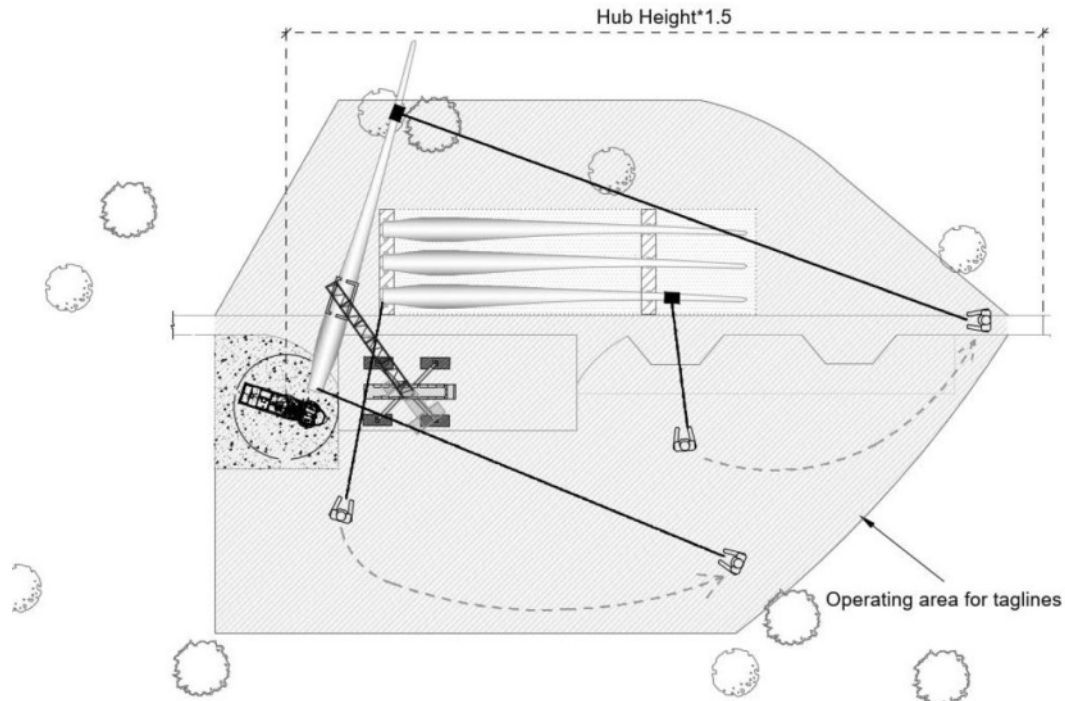


Figure 9. Indicative drawing of area requirements for the use of tag lines with single blade installation method

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 ($2\% < \text{CBR} < 7\%$ 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	17,5	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	16	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	13	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	25,5	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	14	11	26	12	11	28
40	7	10	15,5	7	10,5	17,5	7	10,5	19	11	11	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.

5.4. Hardstand dimensions

The sizing of the hardstands is defined by the use of the standard crane LG1750.

5.4.1. T100m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

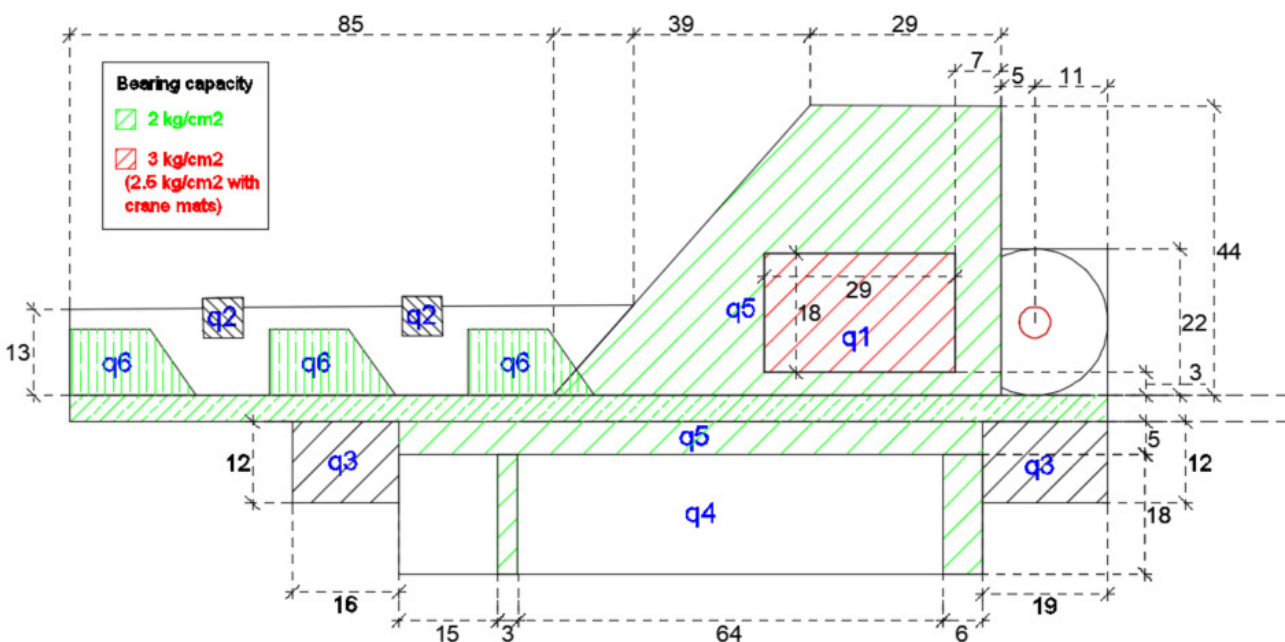
- Tailing crane offloading T100m

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: 29m x 44m + (39m 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: 26m x 44m + (35m 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 27. Dimensions of the areas of model T100m with strategy 3 – Tailing crane offloading

*Referred to 3.1.4 Road width

- Total storage – Assembly in 1 phase



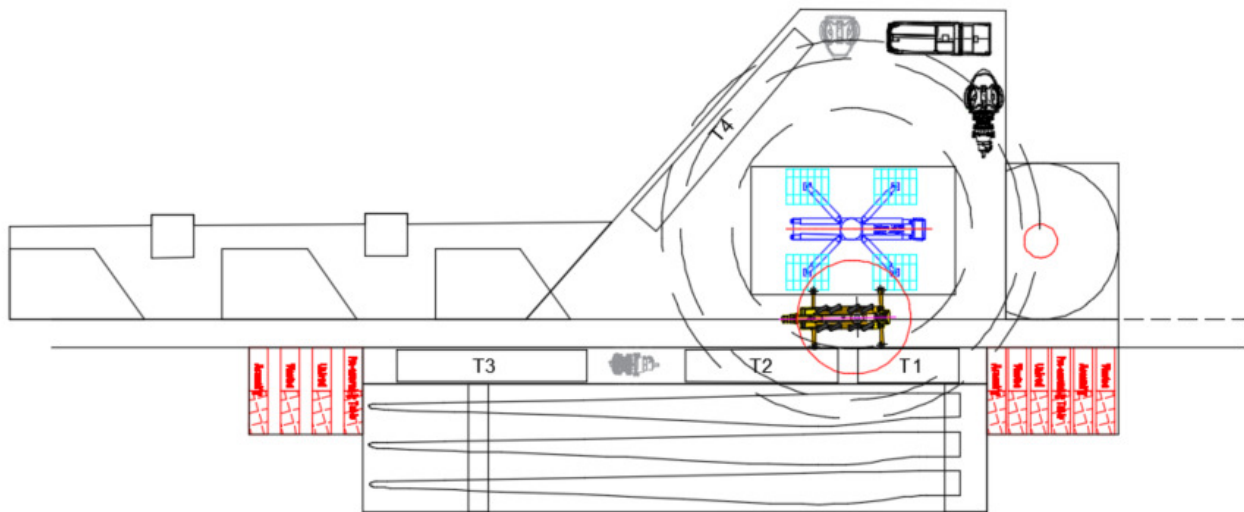
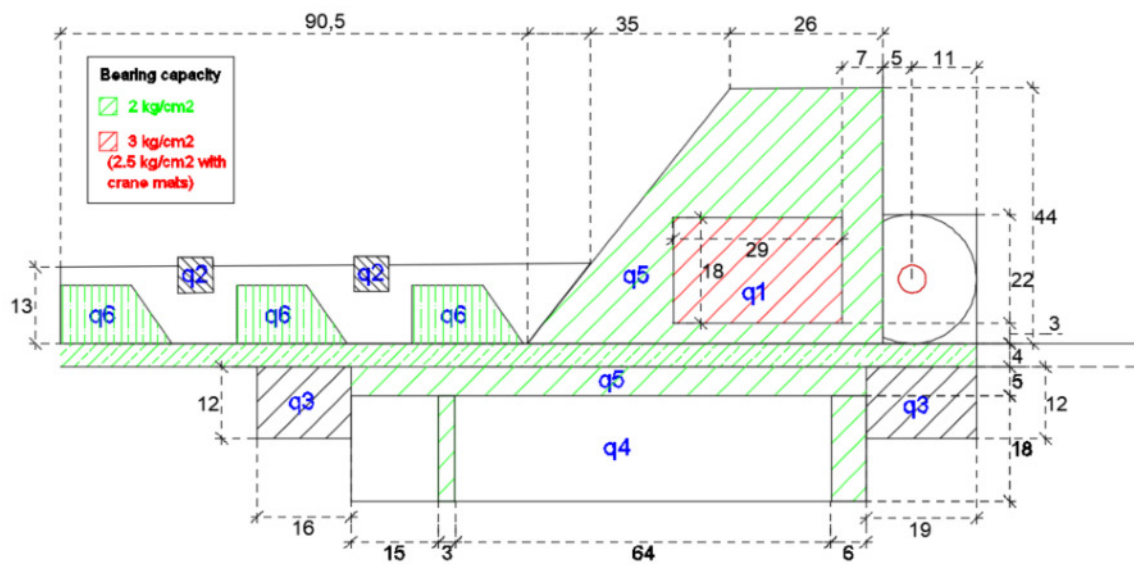


Figure 10 Model T100m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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



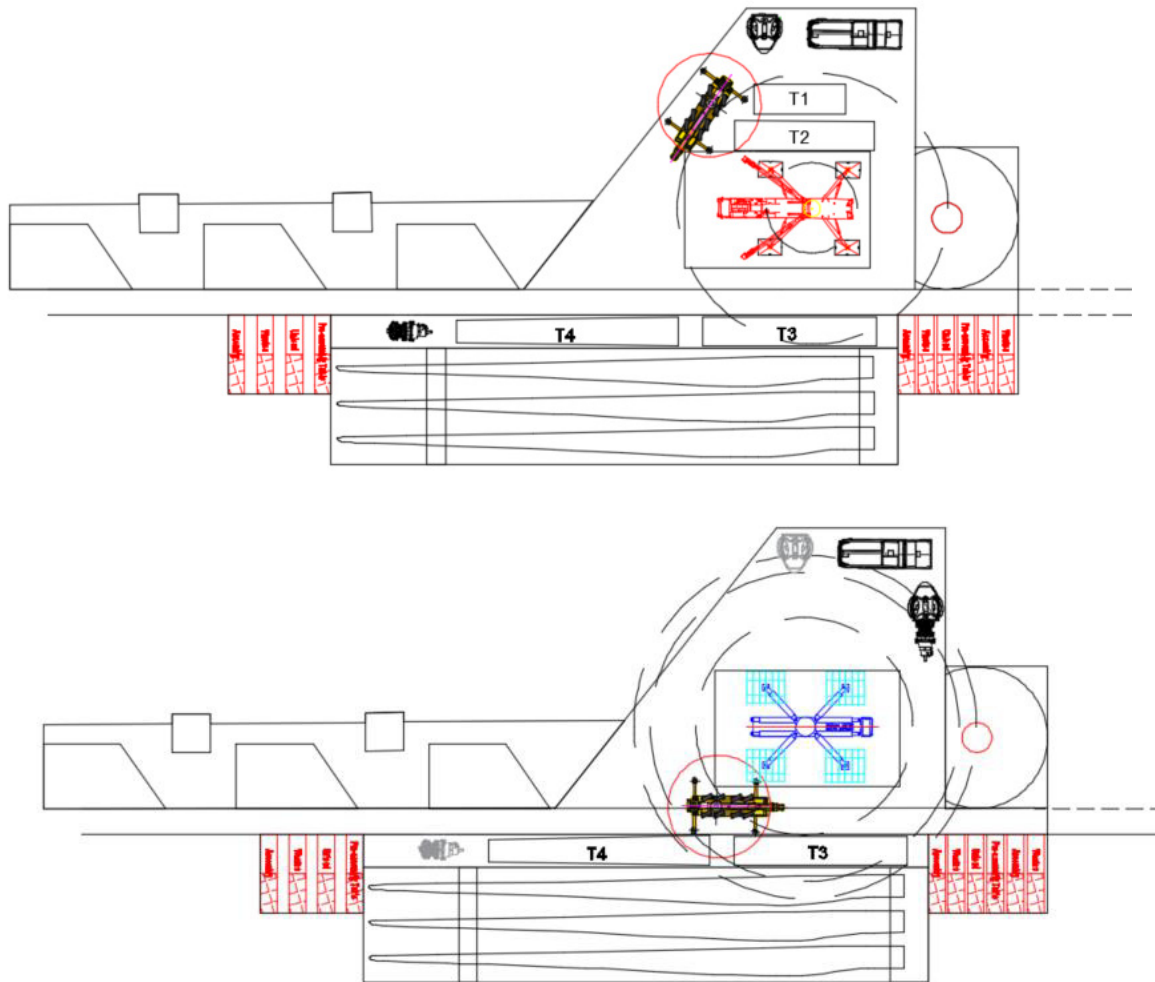


Figure 11 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.2. T100m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

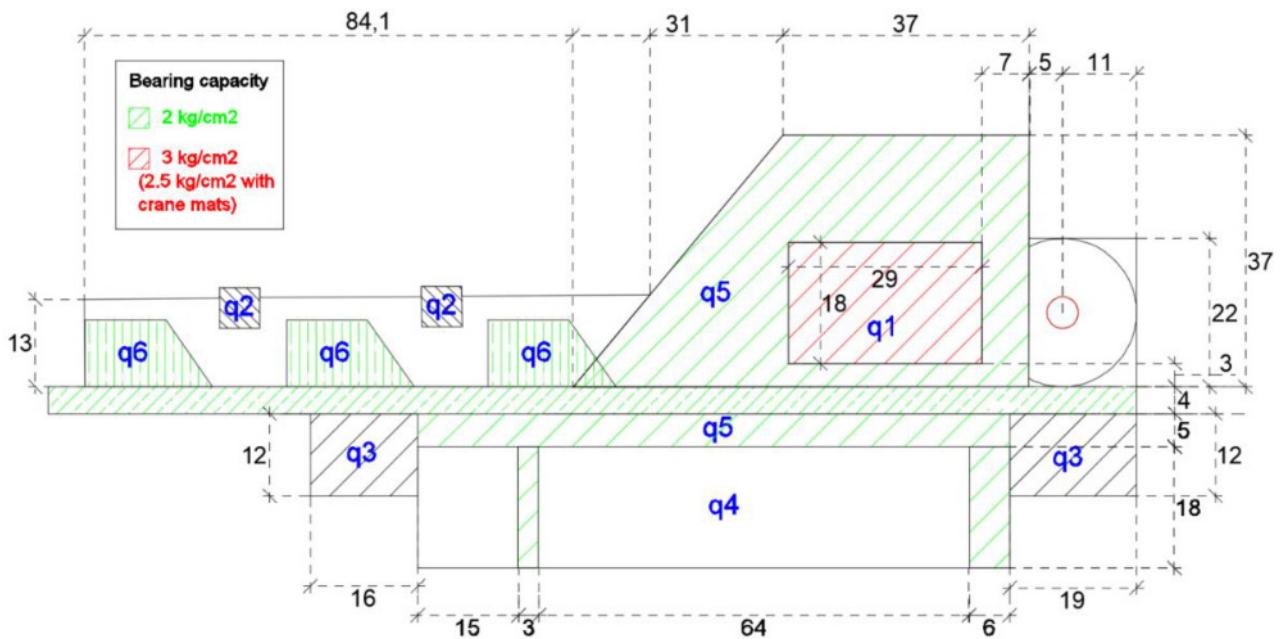
- Tailing crane offloading T100m

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



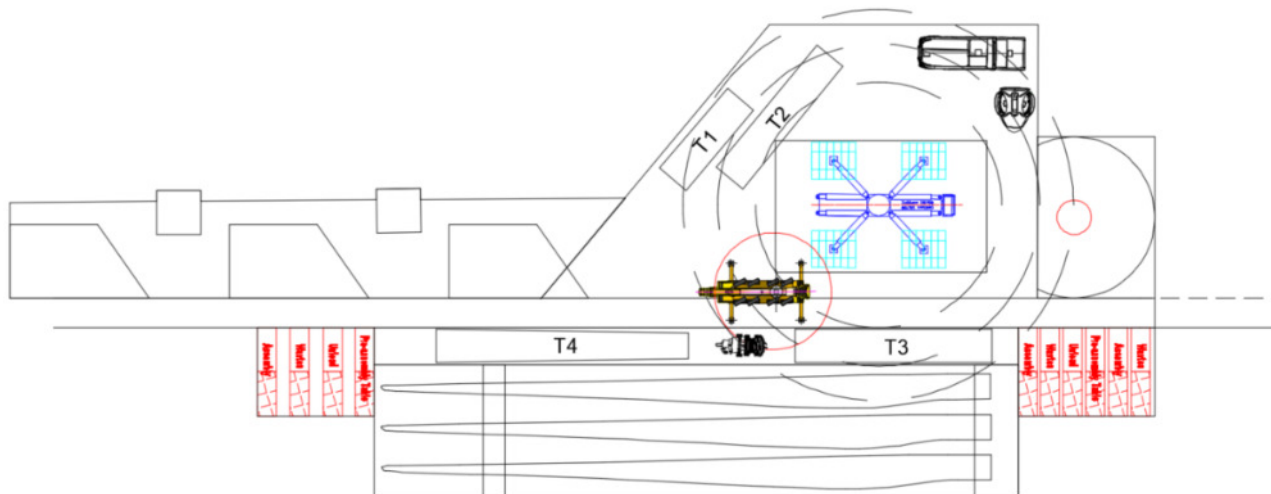
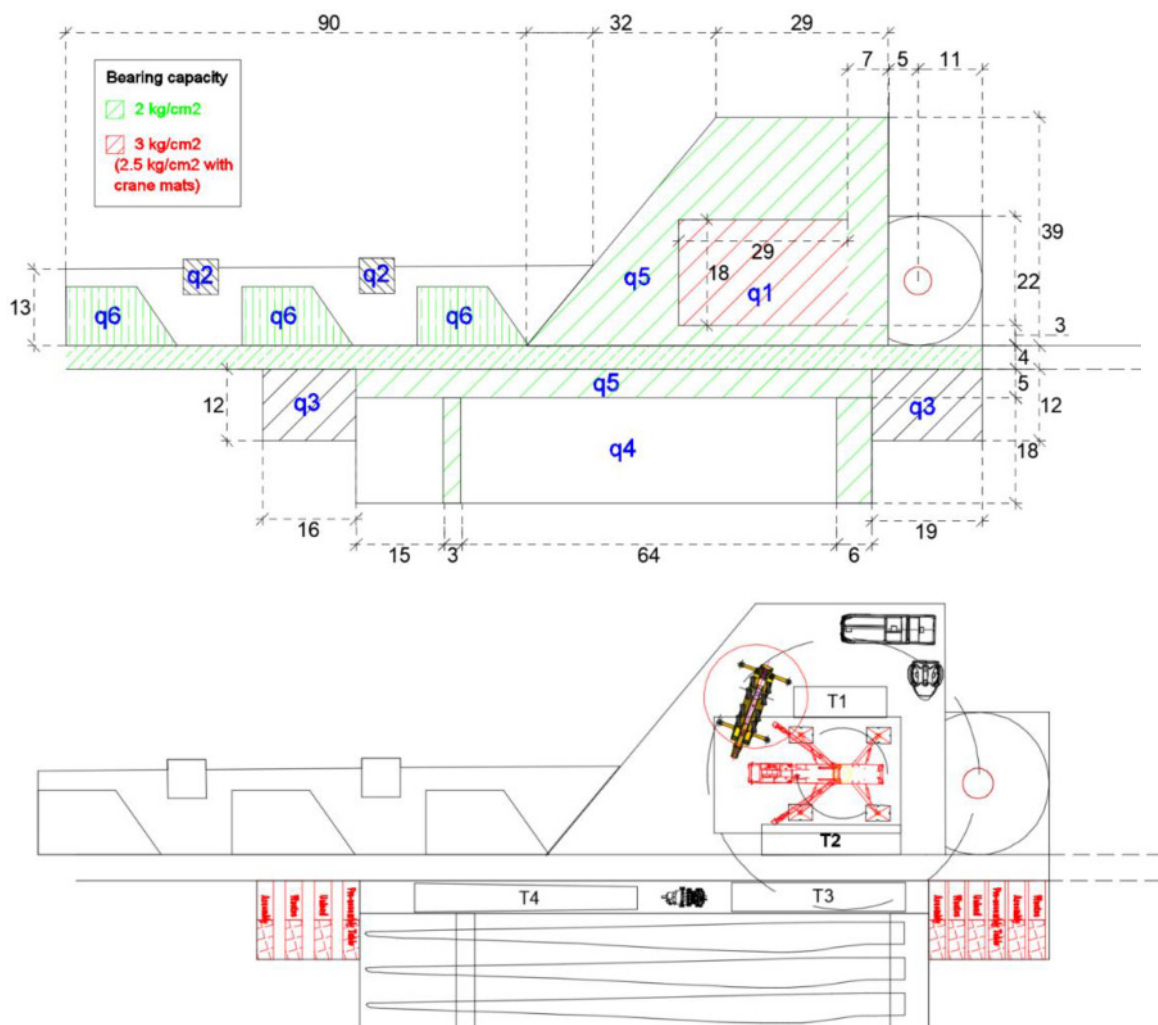


Figure 12 Model T100m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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



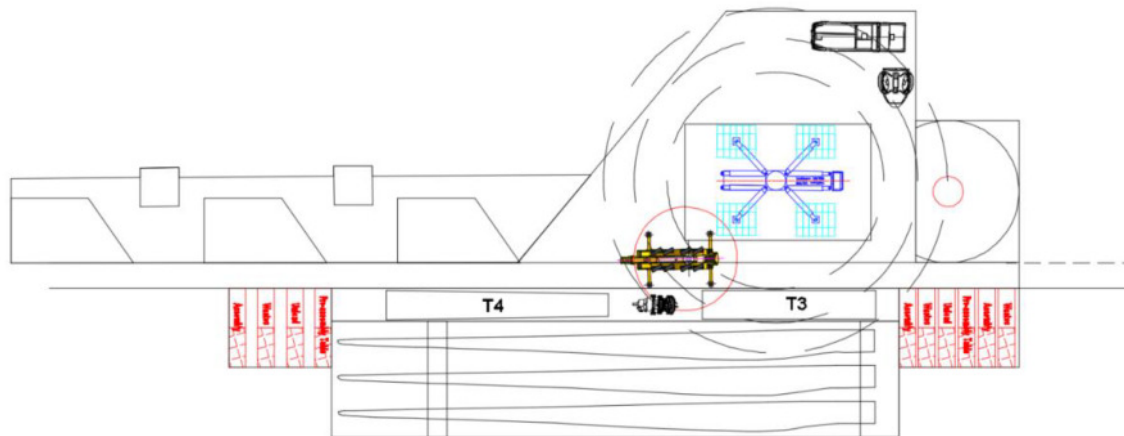


Figure 13 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

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

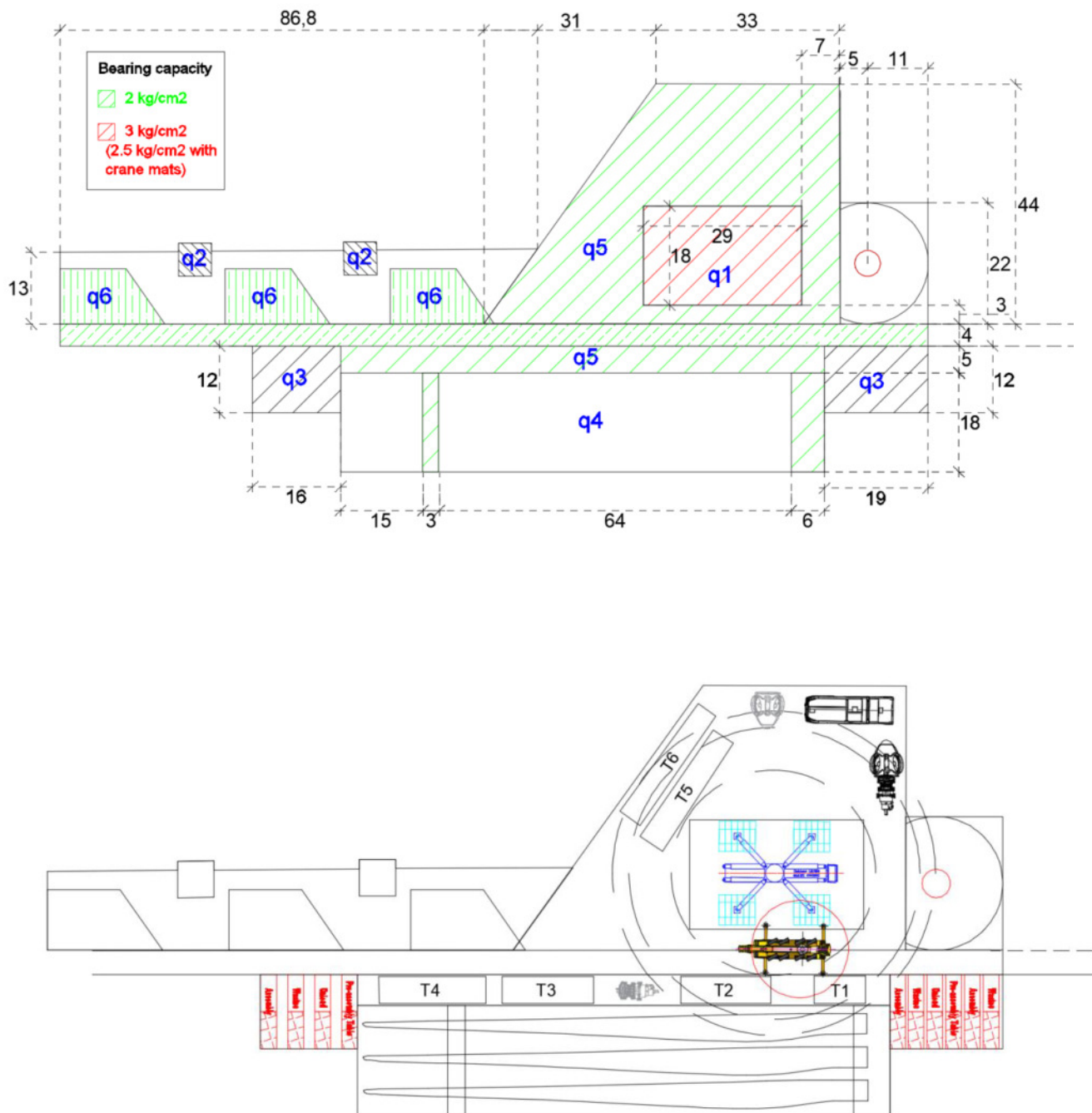


Figure 14 Model T110.5m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

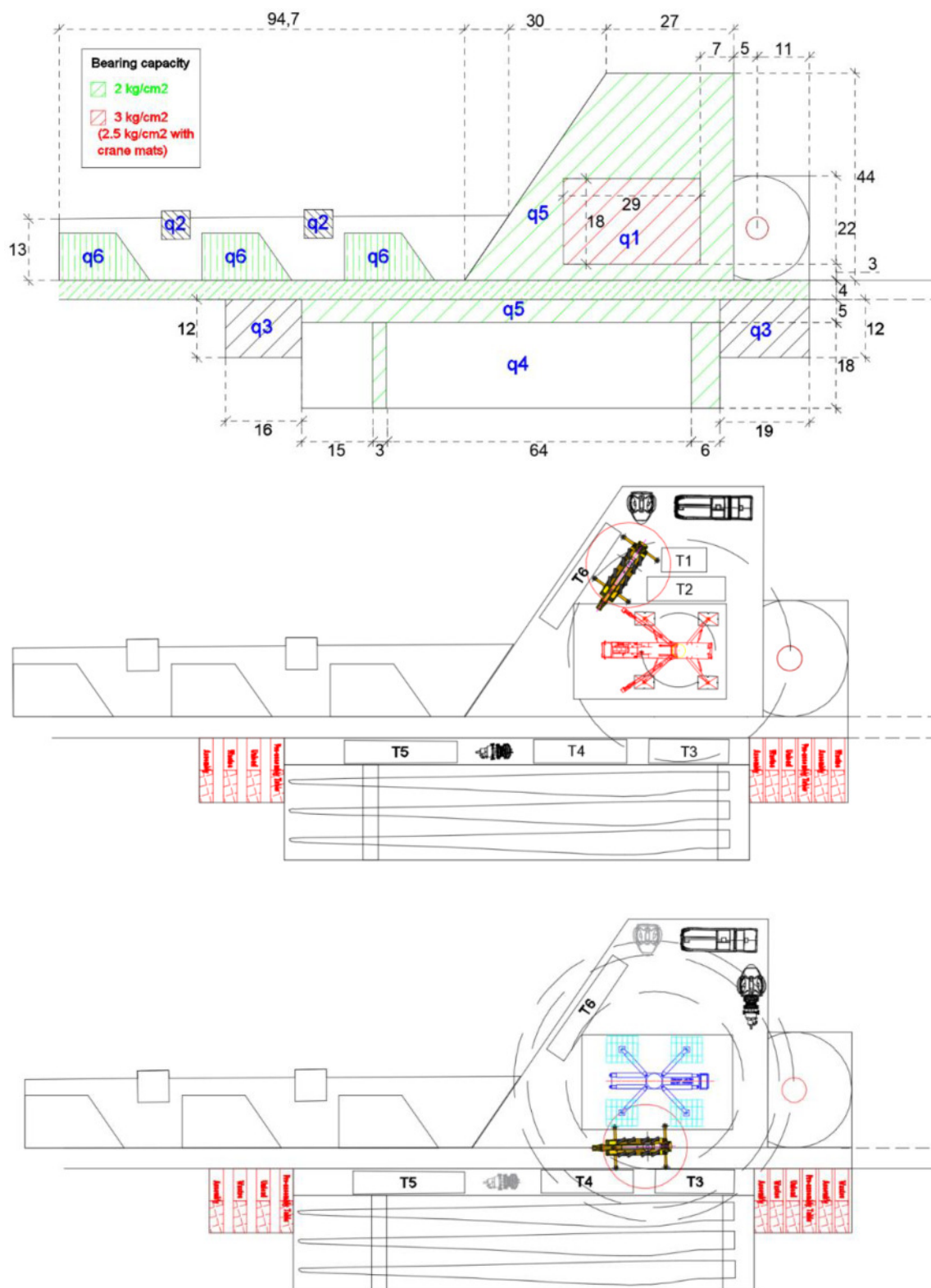


Figure 15 Model T110.5m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

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

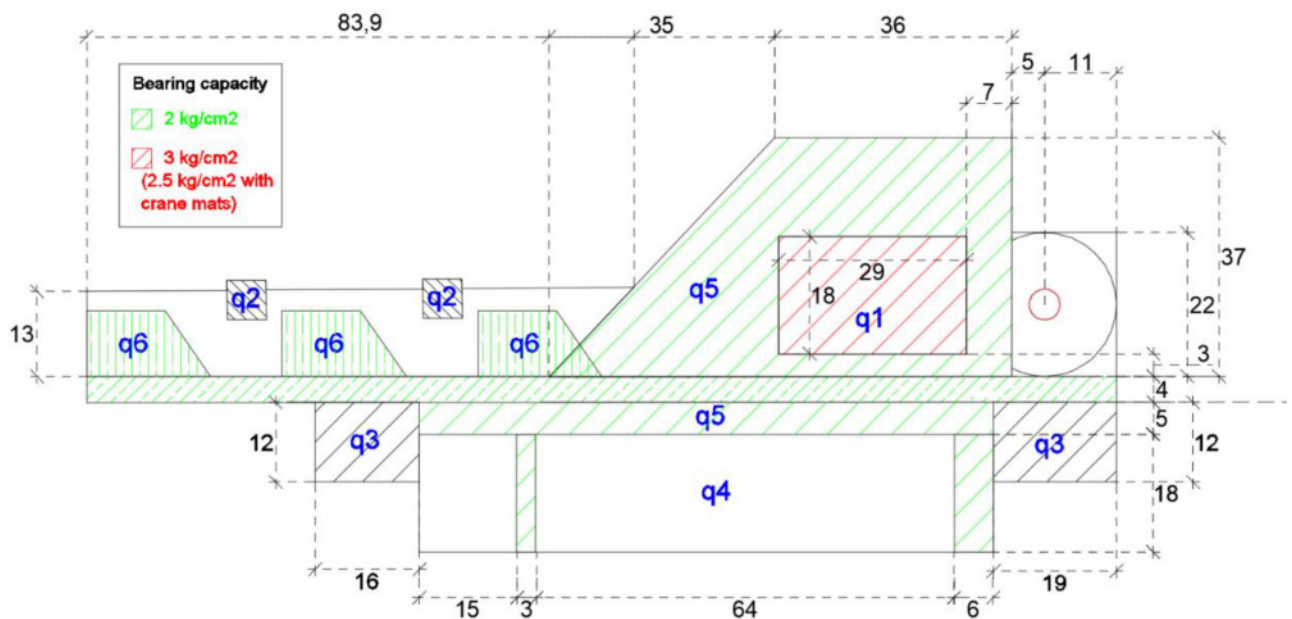
- Tailing crane offloading T110.5m

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



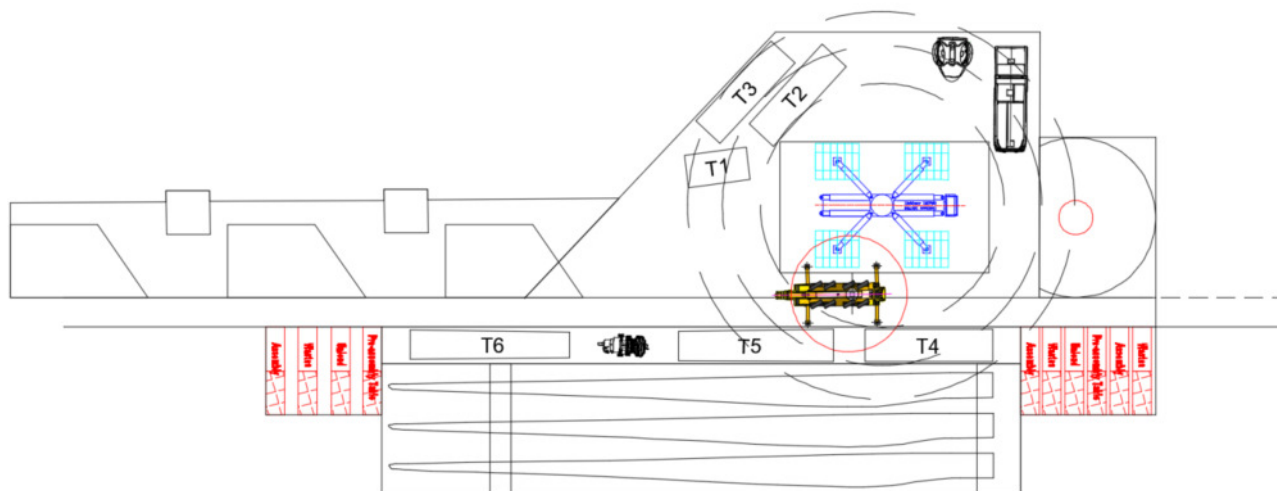
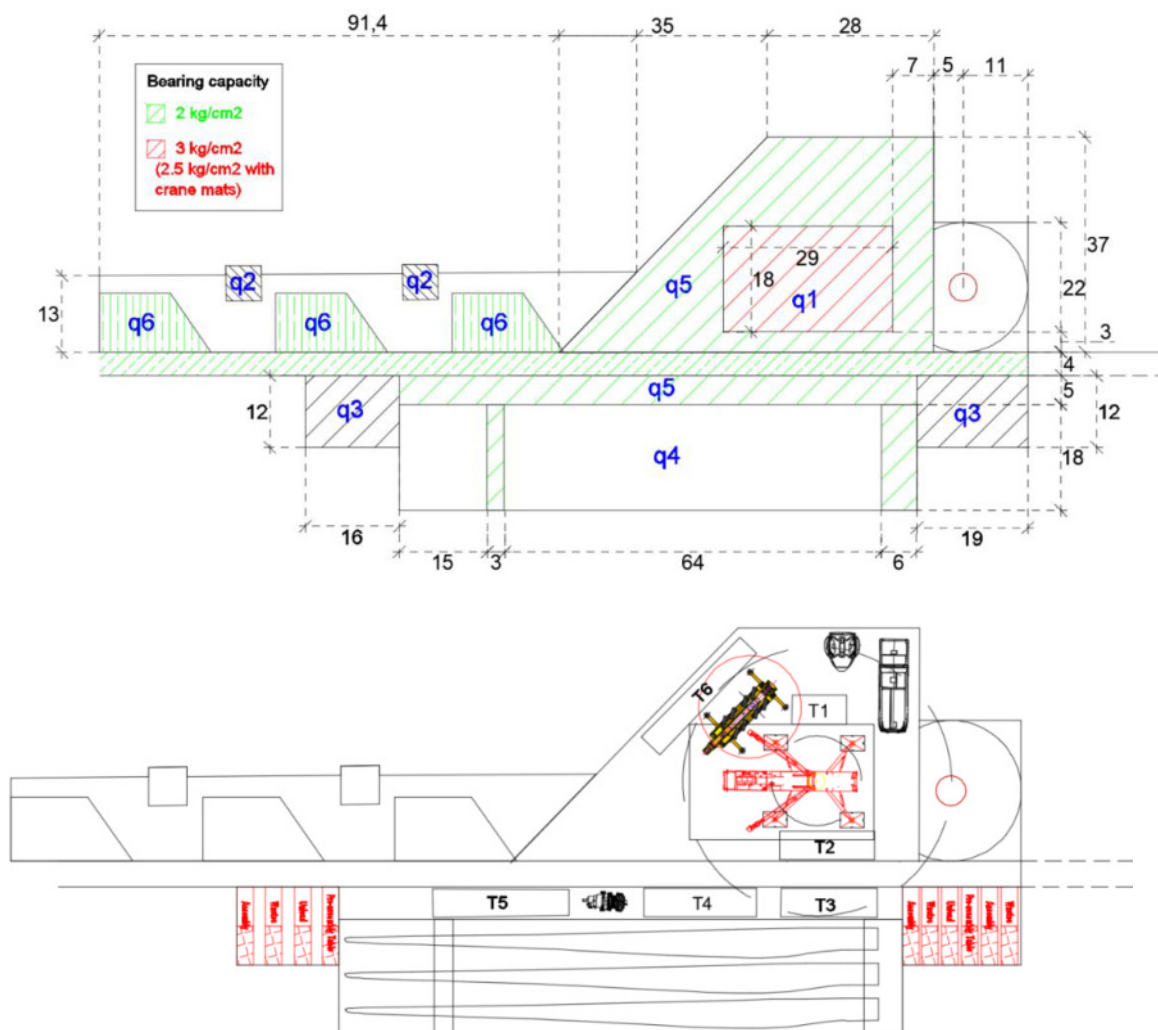


Figure 16 Model T110.5m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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



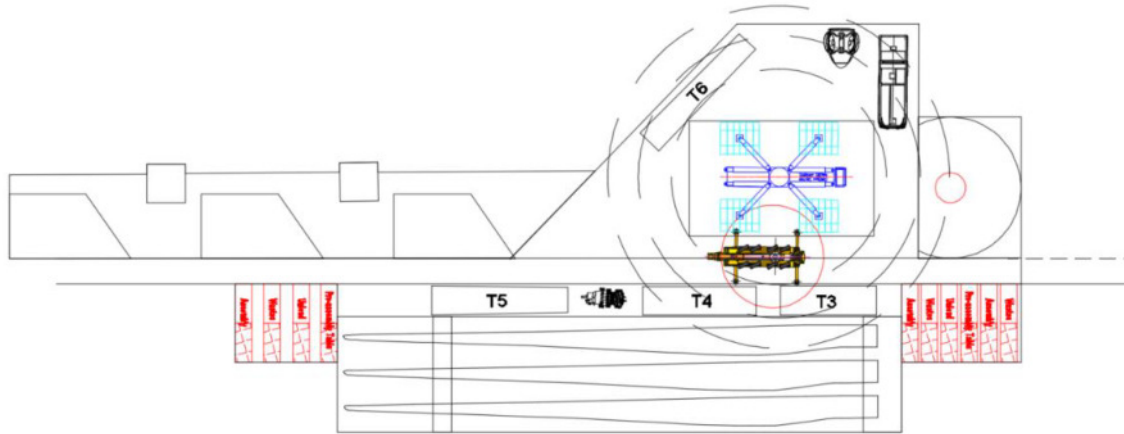


Figure 17 Model T110.5m – Partial storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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

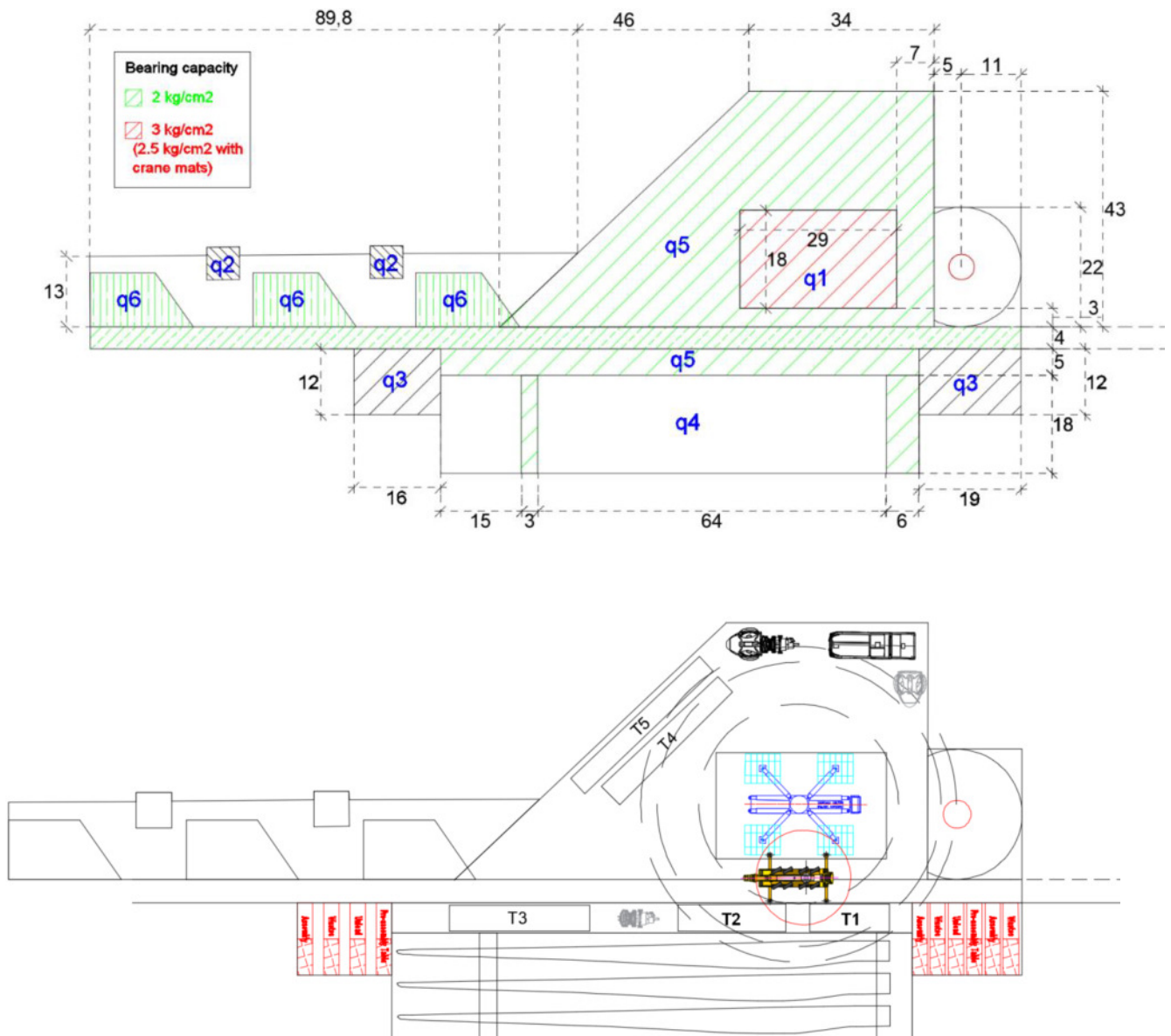


Figure 18 Model T115m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

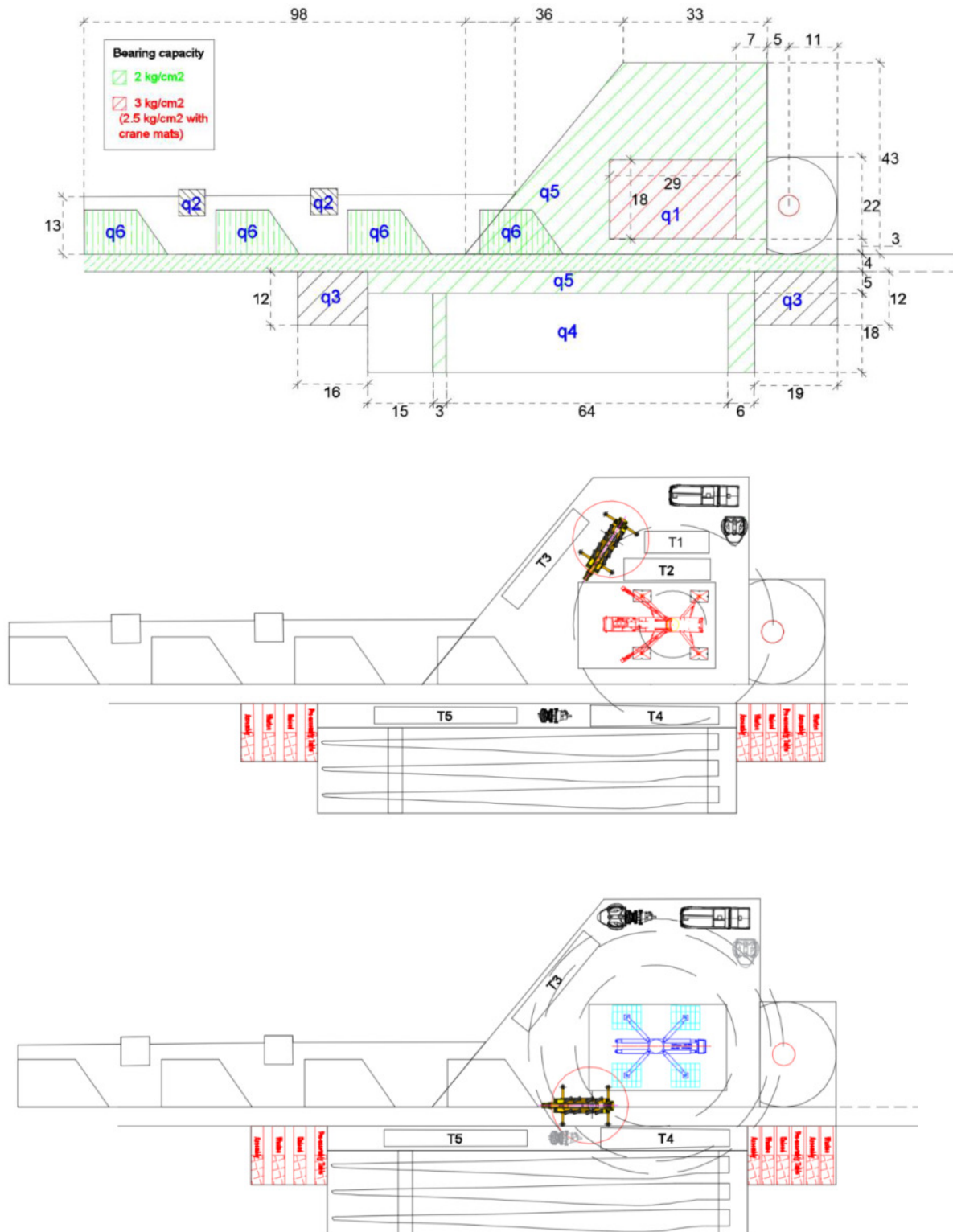


Figure 19 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.6. T115m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

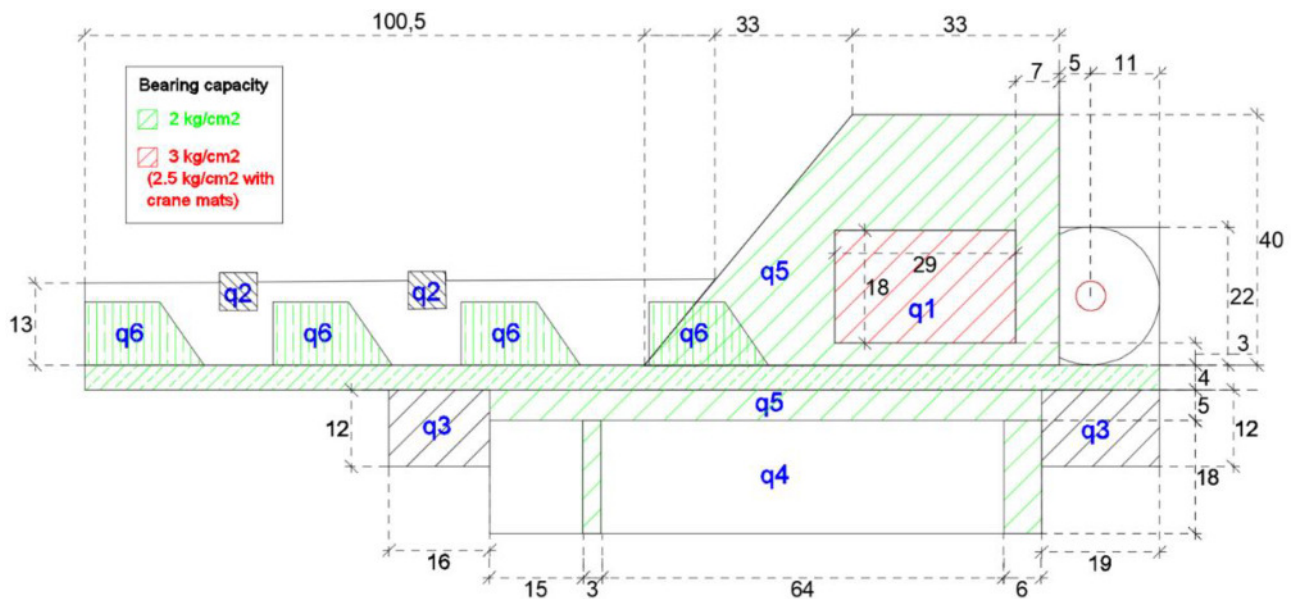
- Tailing crane offloading T115m

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



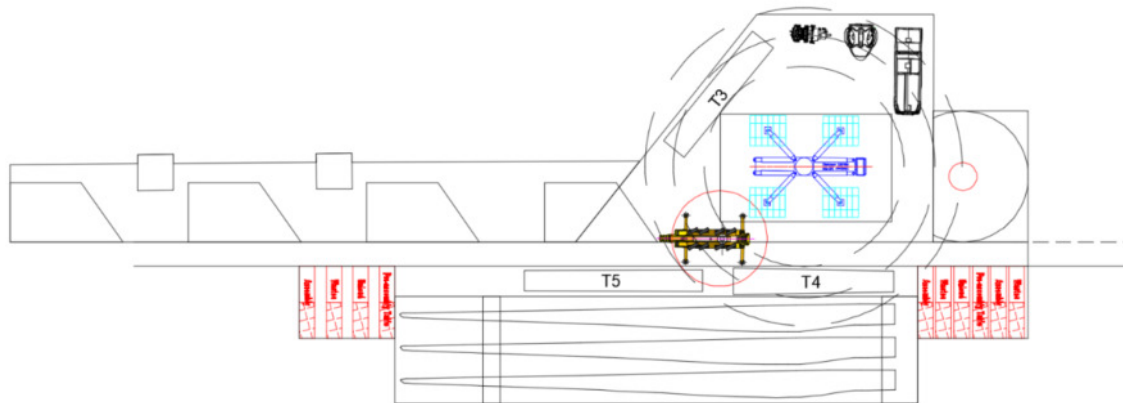


Figure 21 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

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

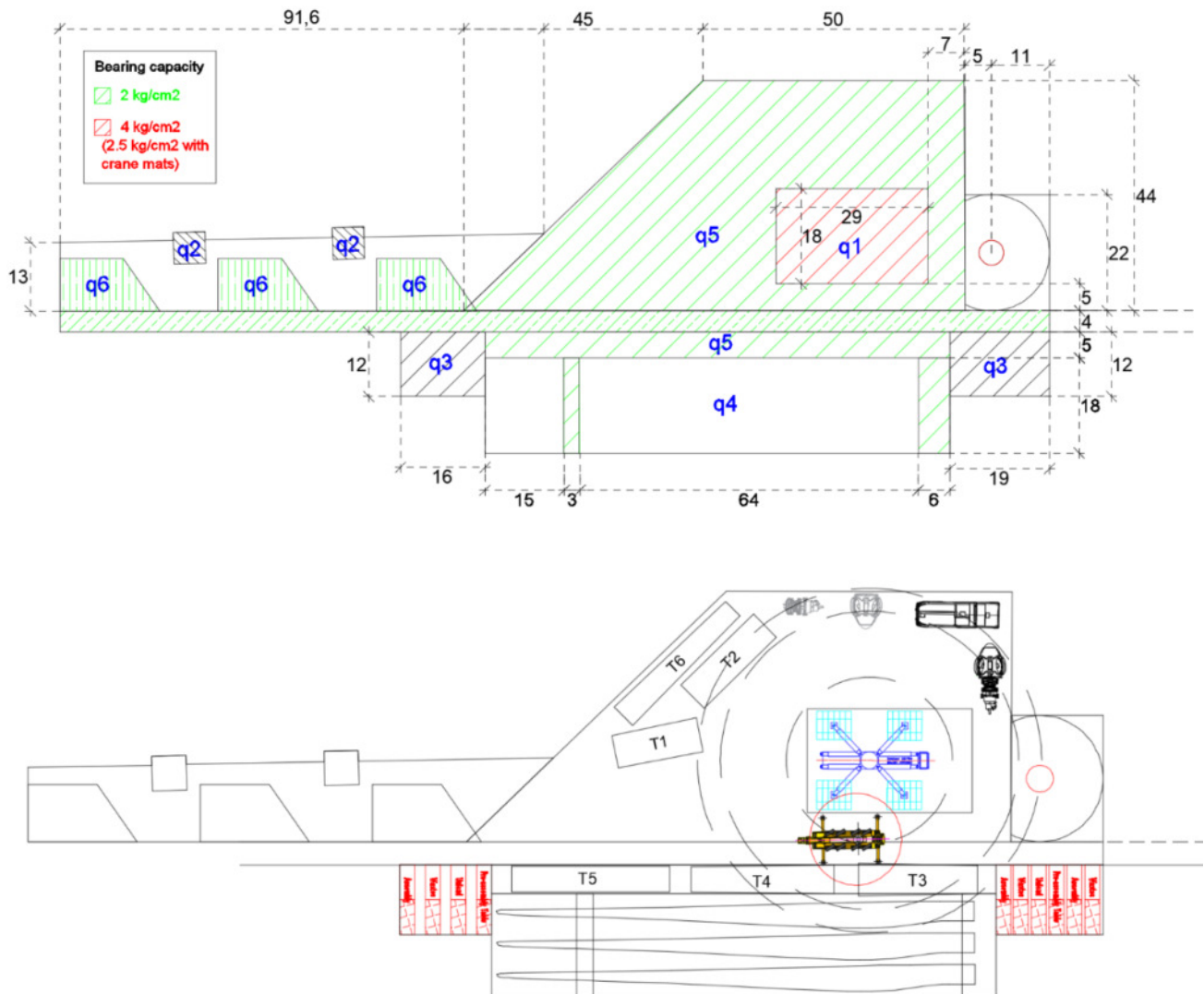


Figure 22. Model T135m (52A) – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

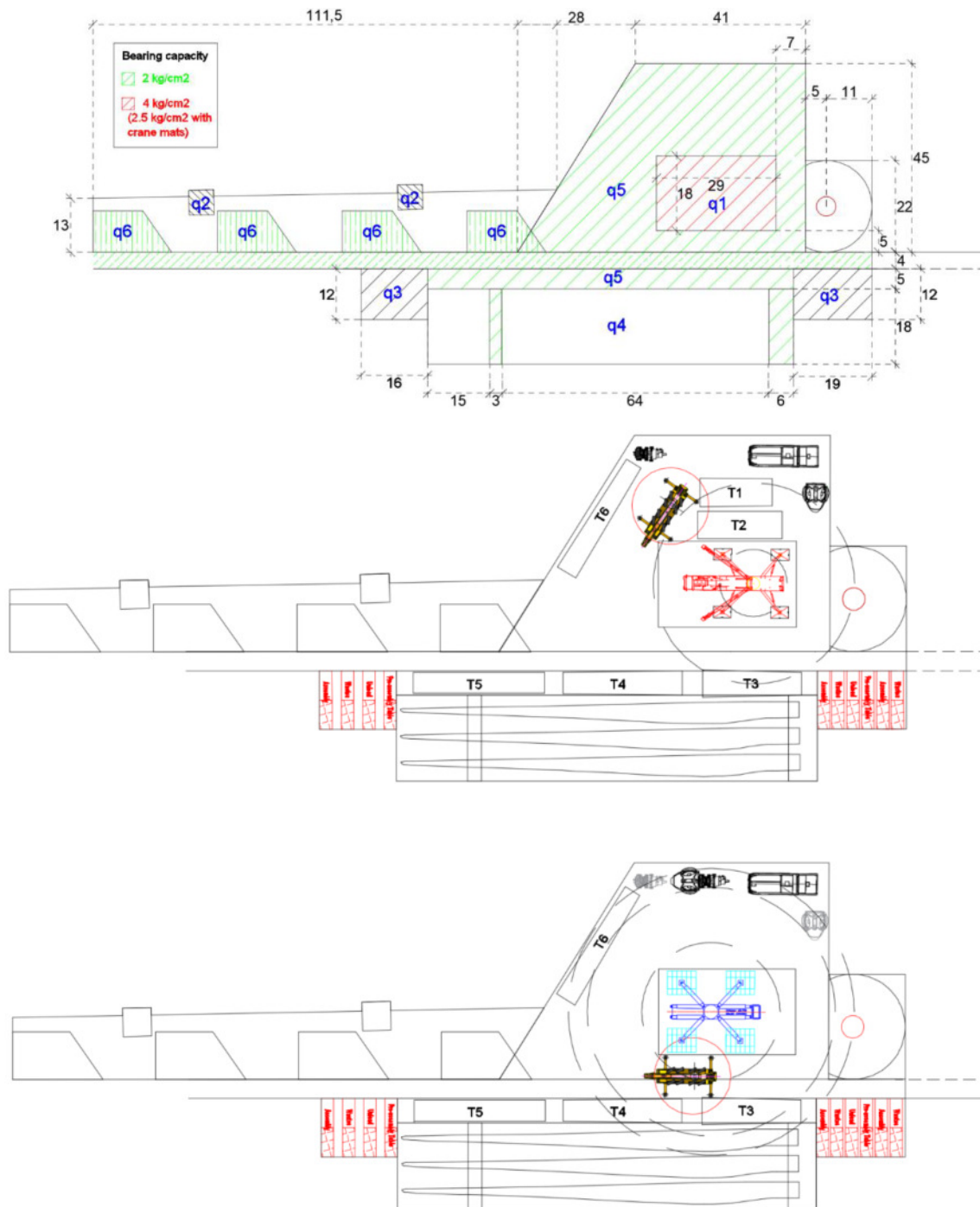


Figure 23. Model T135m (52A) -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

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

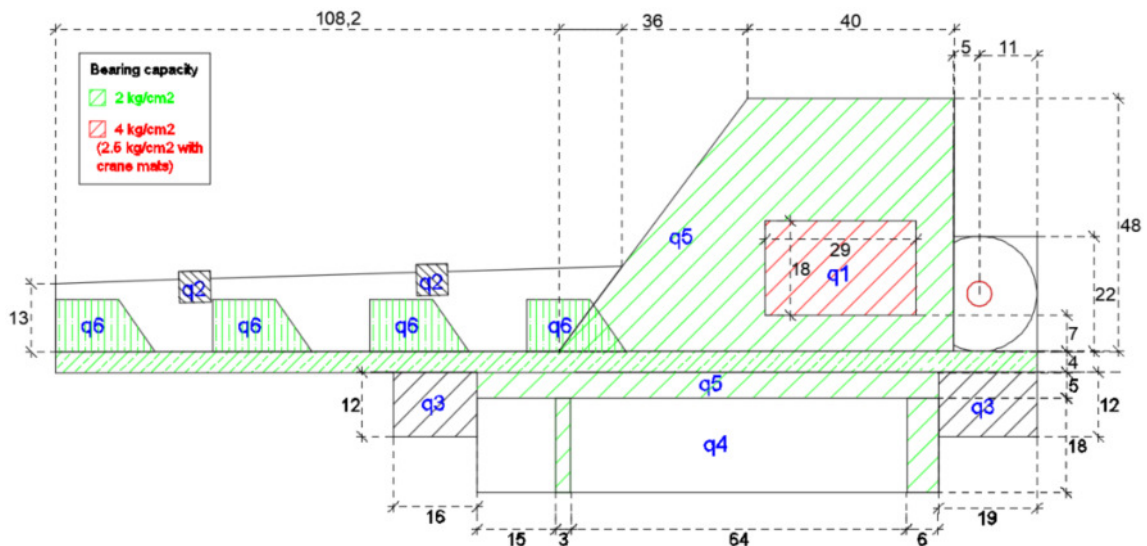
- Tailing crane offloading T135m

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



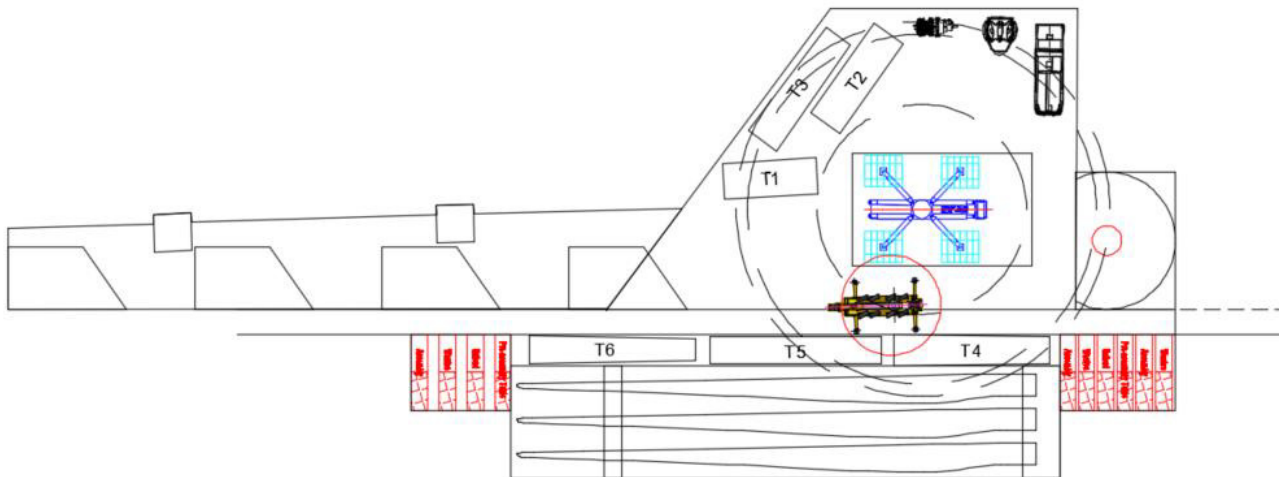
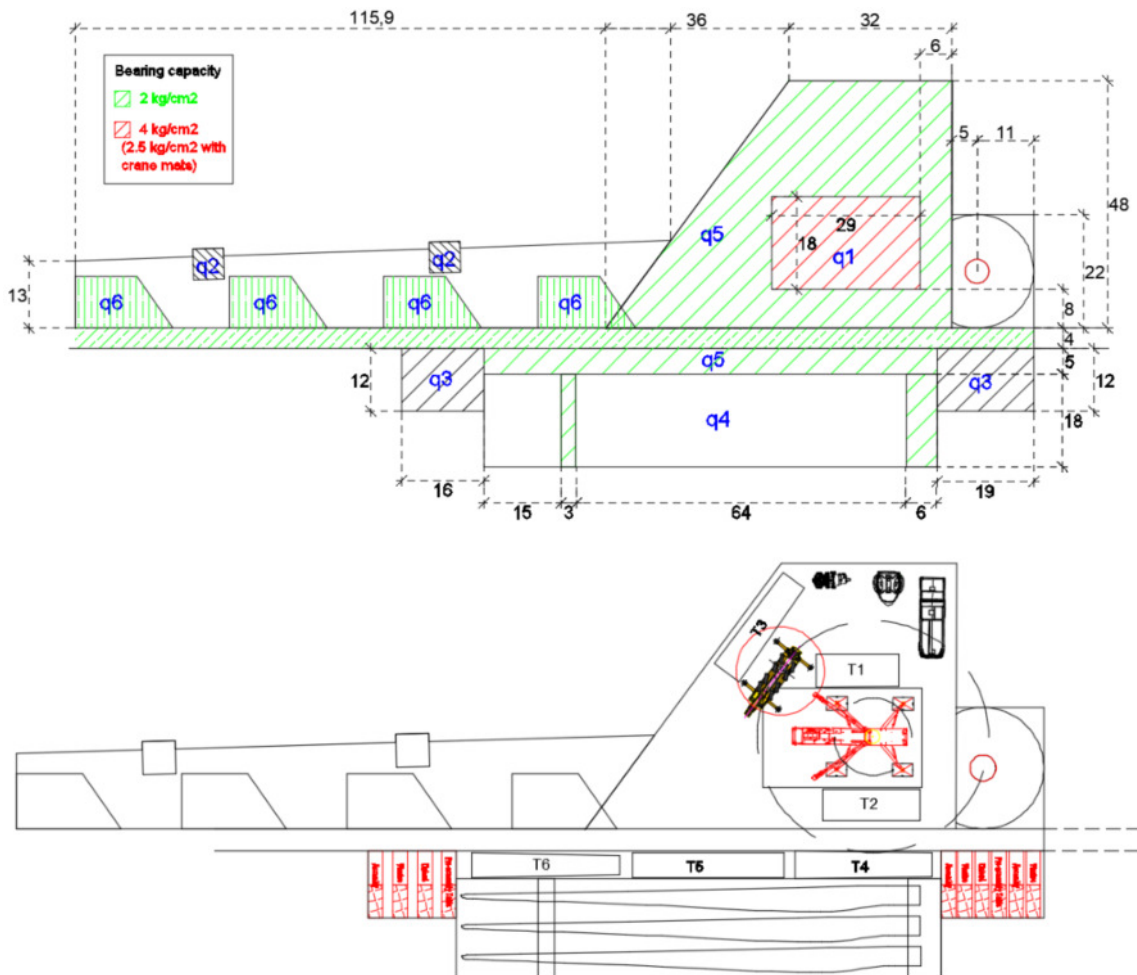


Figure 24. Model T135m (52A) – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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



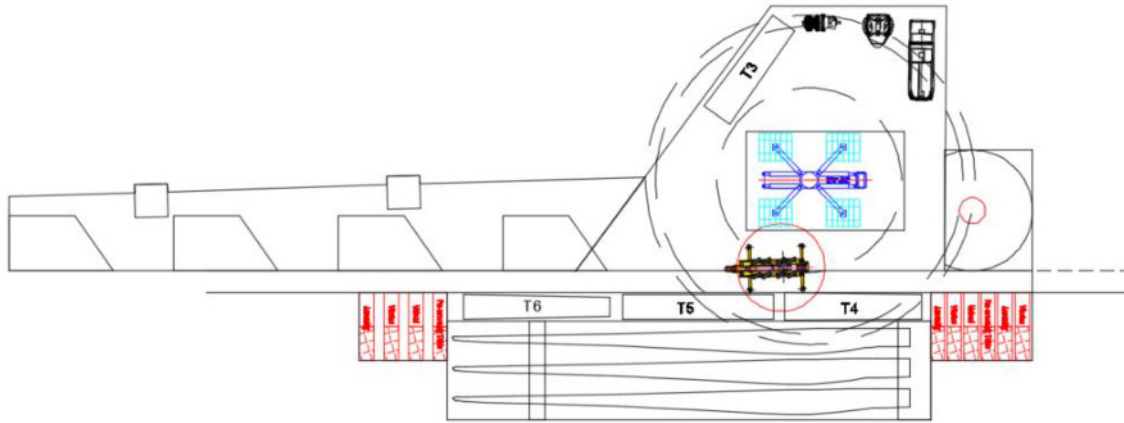


Figure 25. Model T135m (52A) - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

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

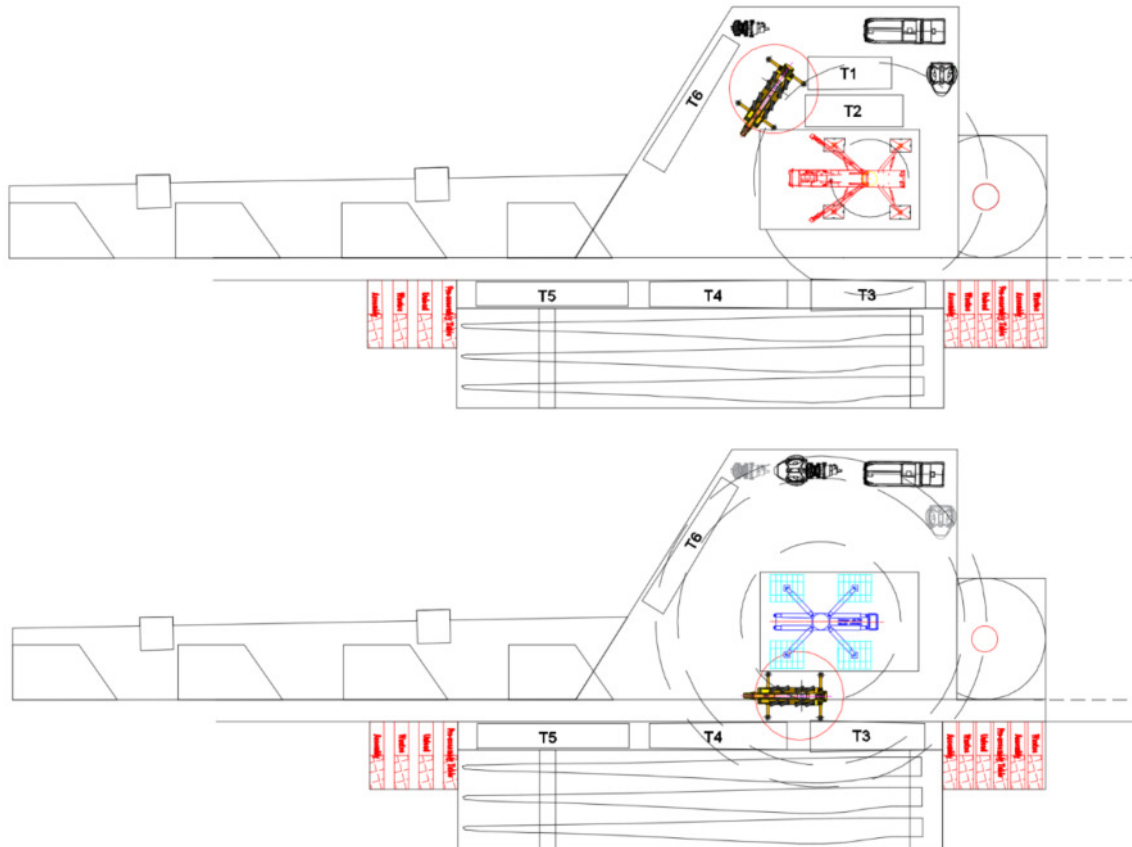


Figure 27. Model T135m (54A) - Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

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

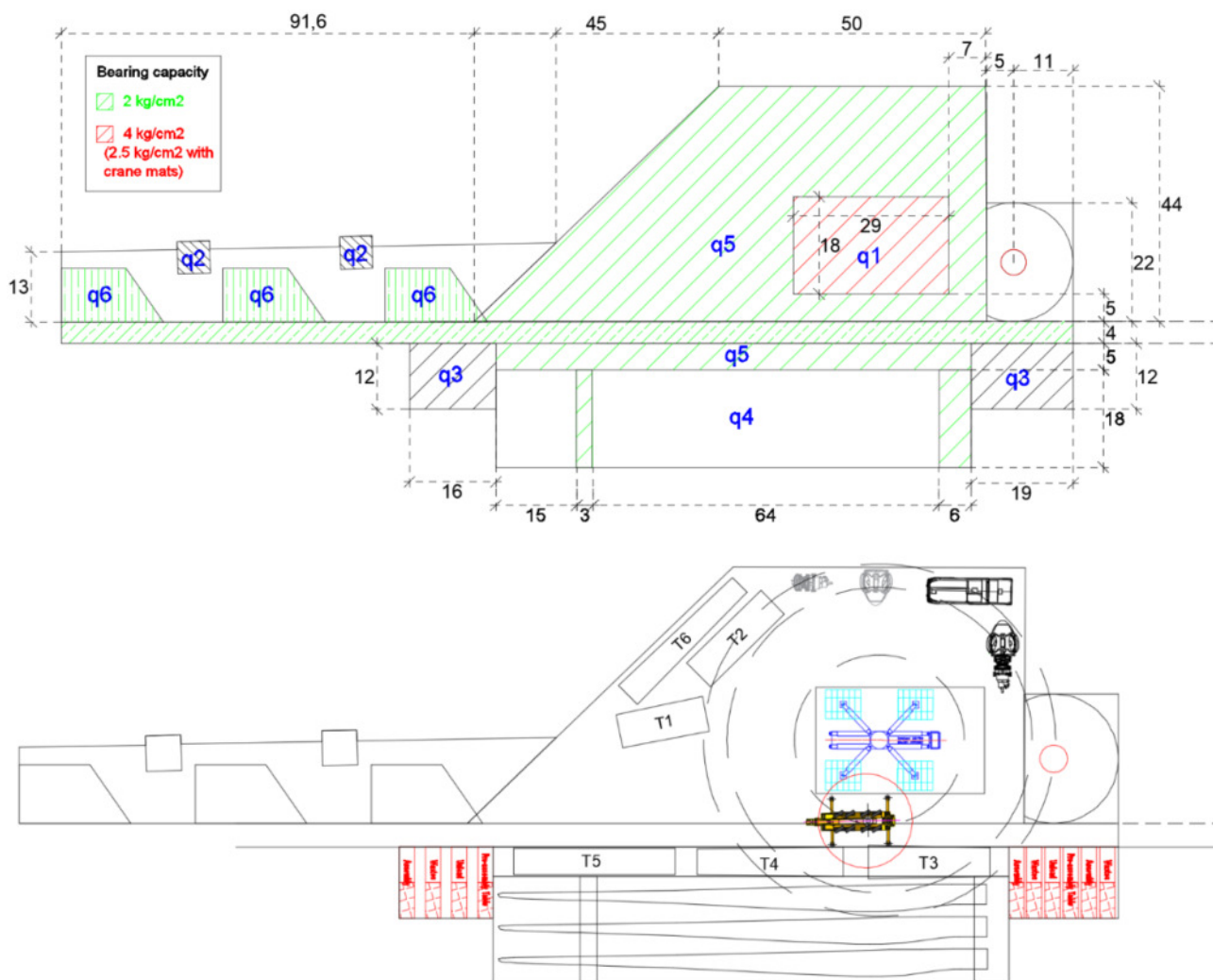
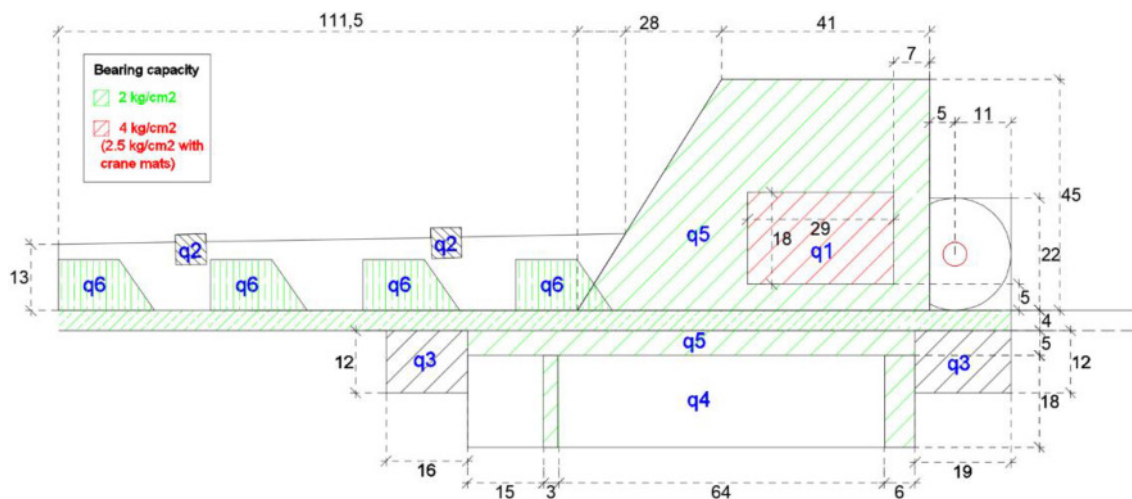


Figure 28. Model T135m (54A) – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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



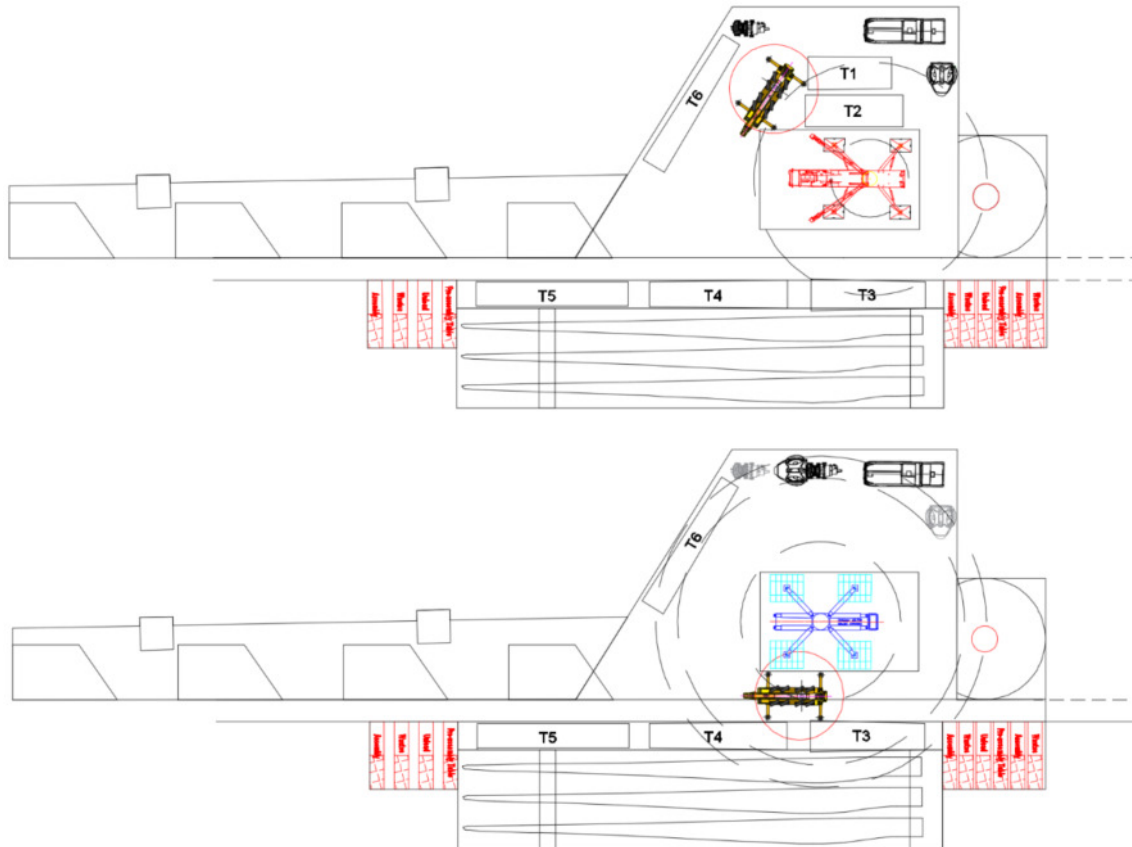


Figure 22. Model T135m (54A) - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

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

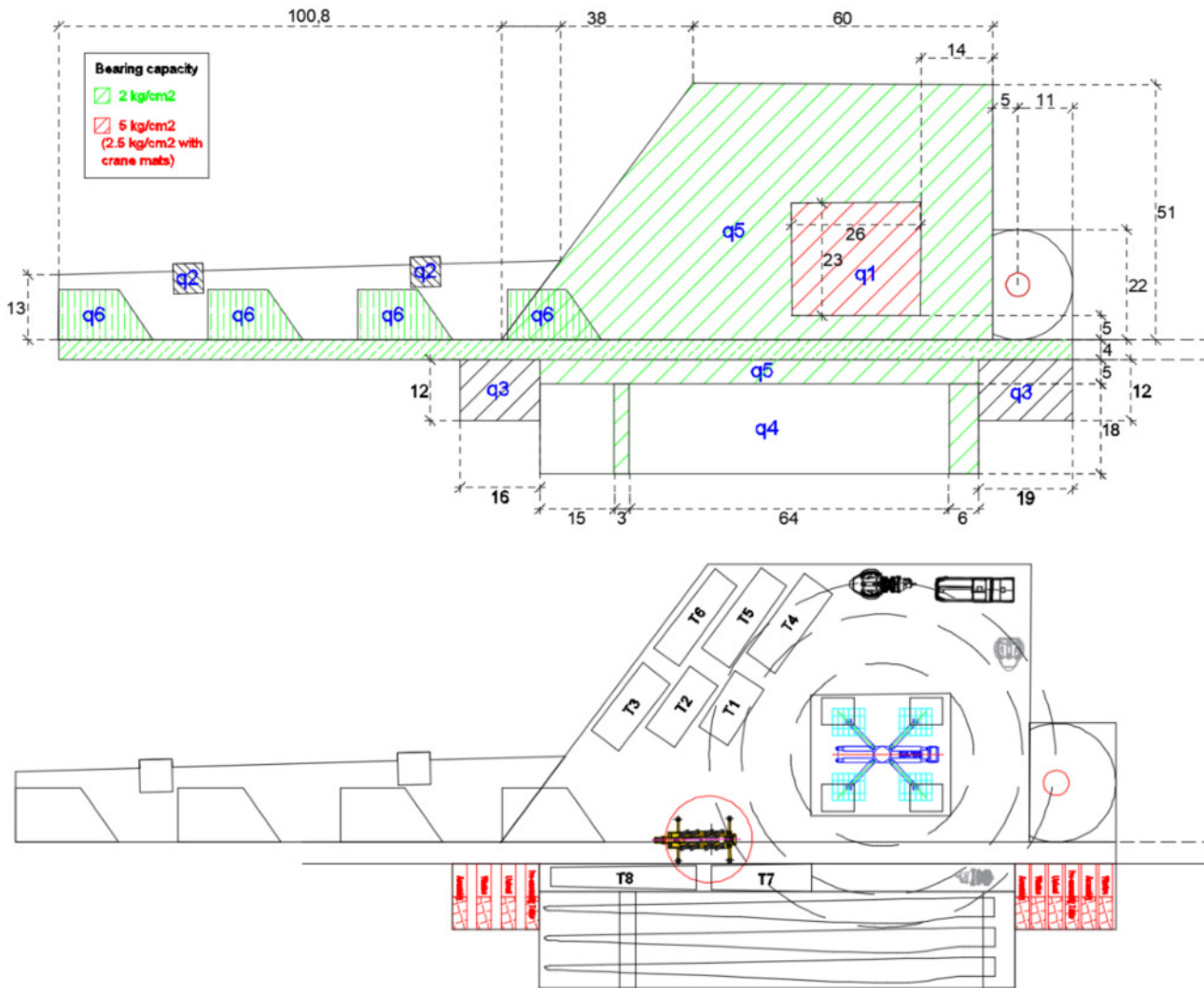
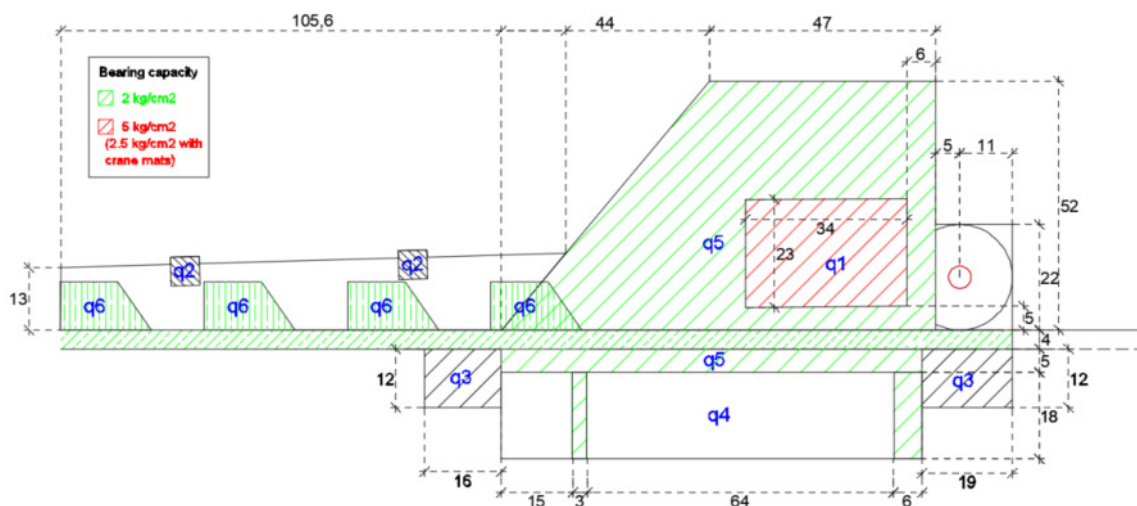


Figure 30. Model T145m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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



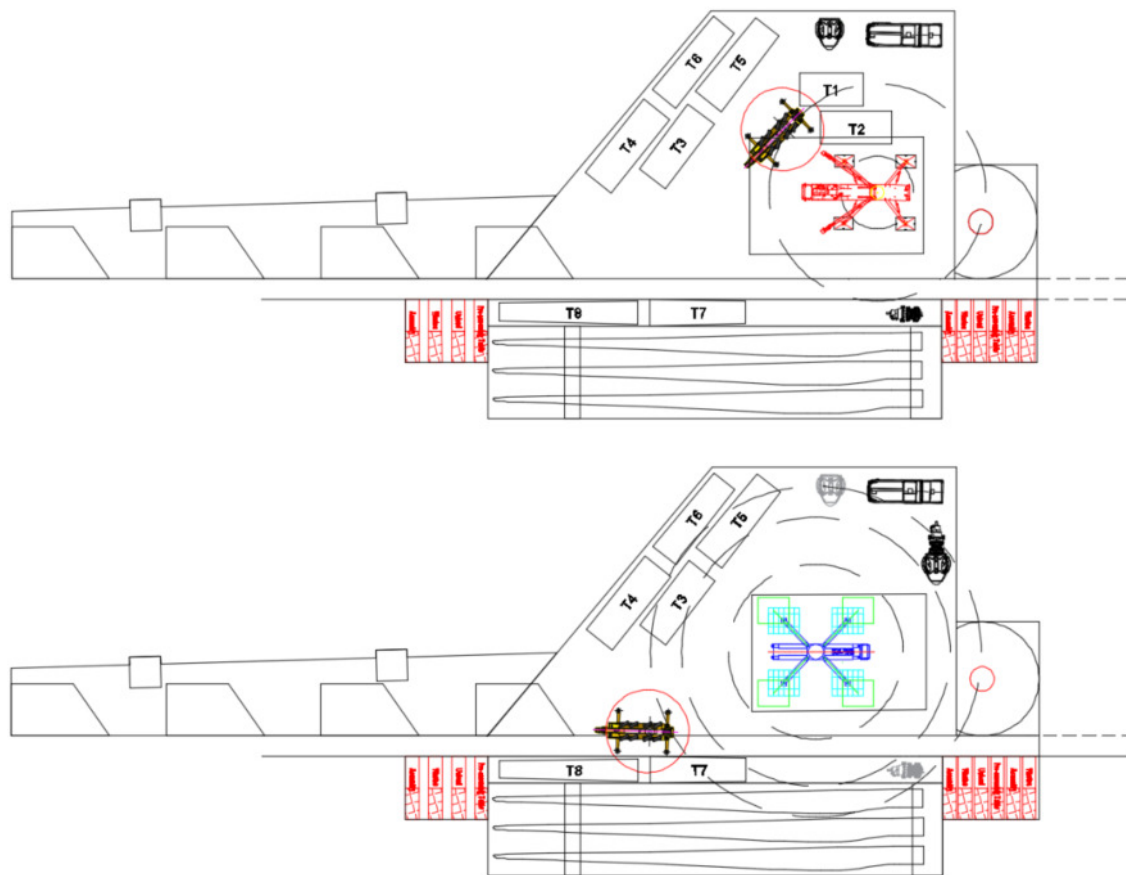


Figure 31. Model T145m - Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

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

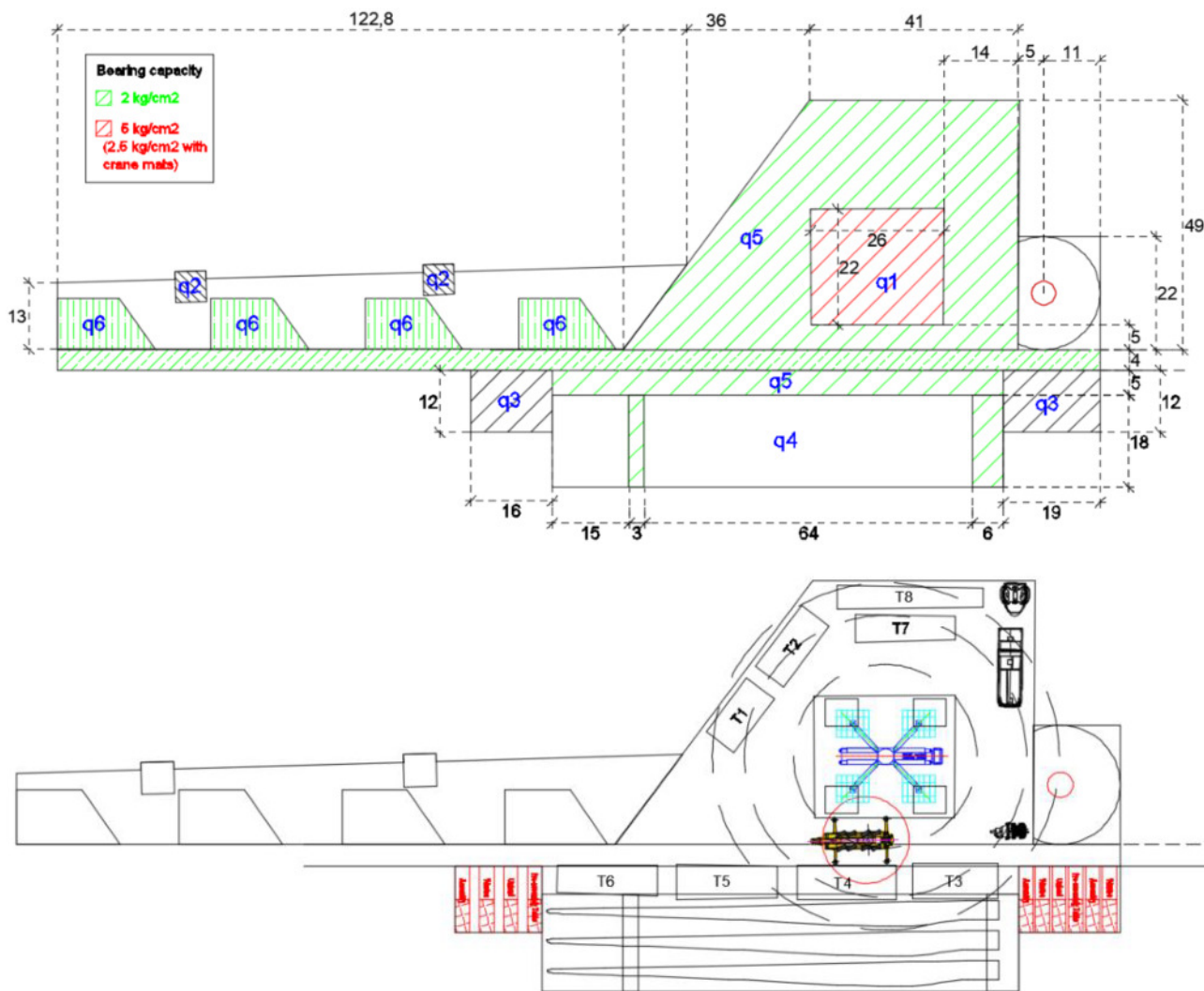
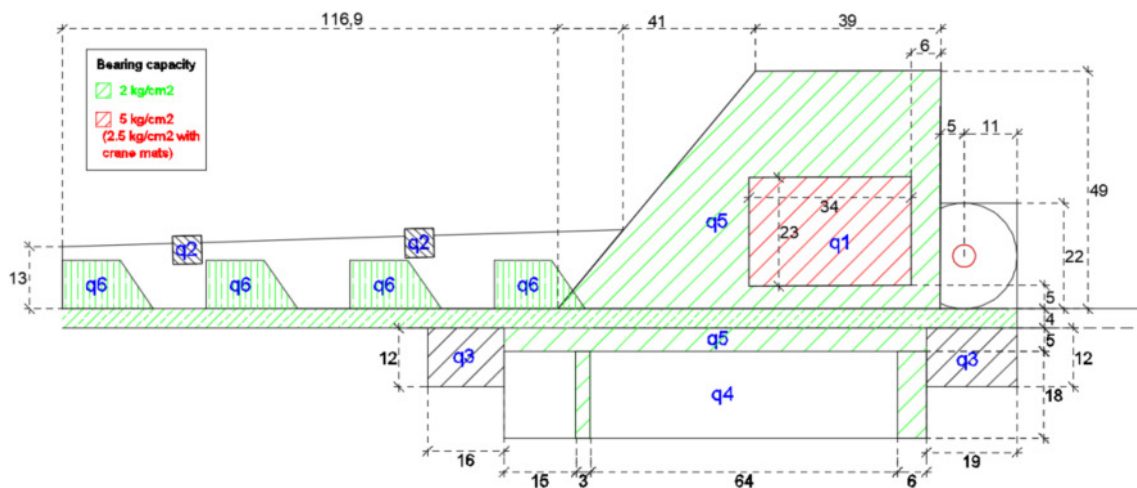


Figure 32. Model T145m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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



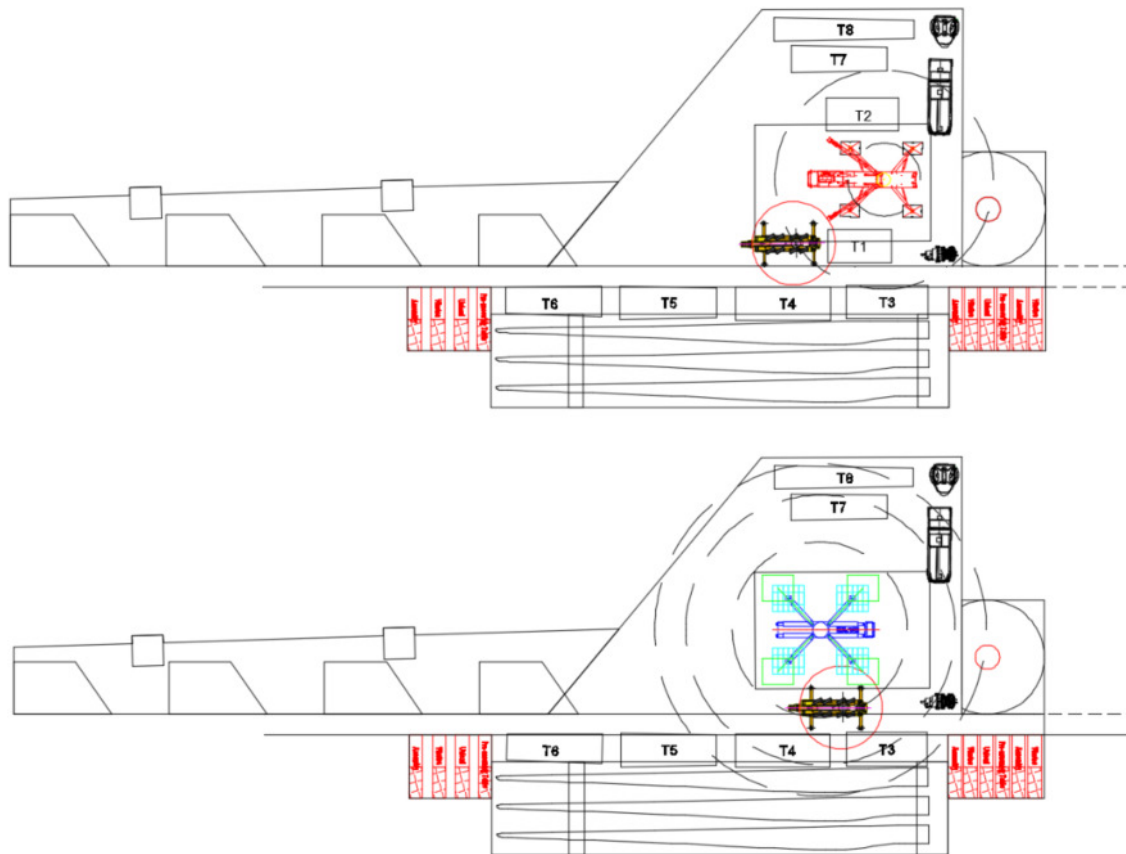


Figure 33. Model T145m - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

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

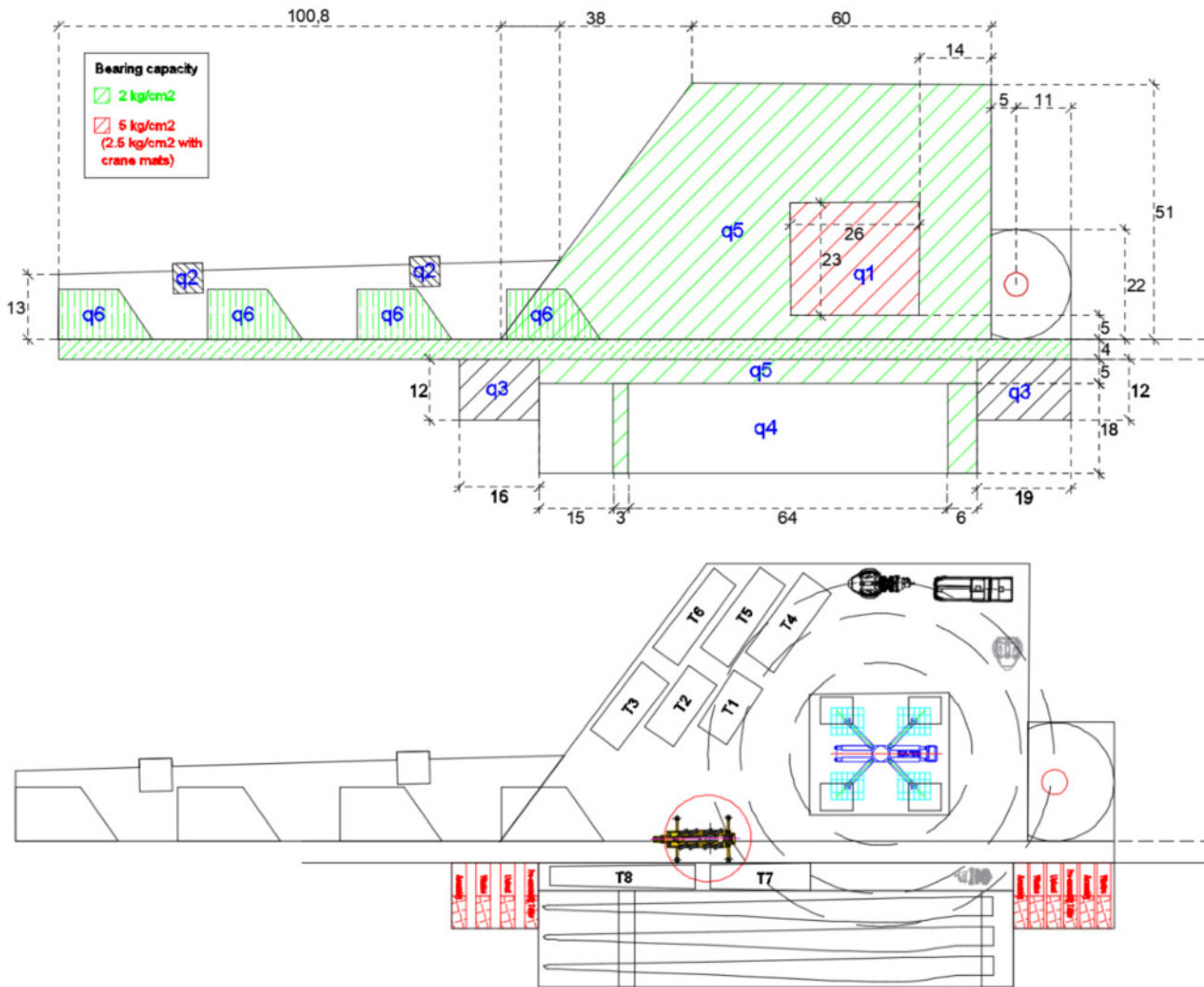
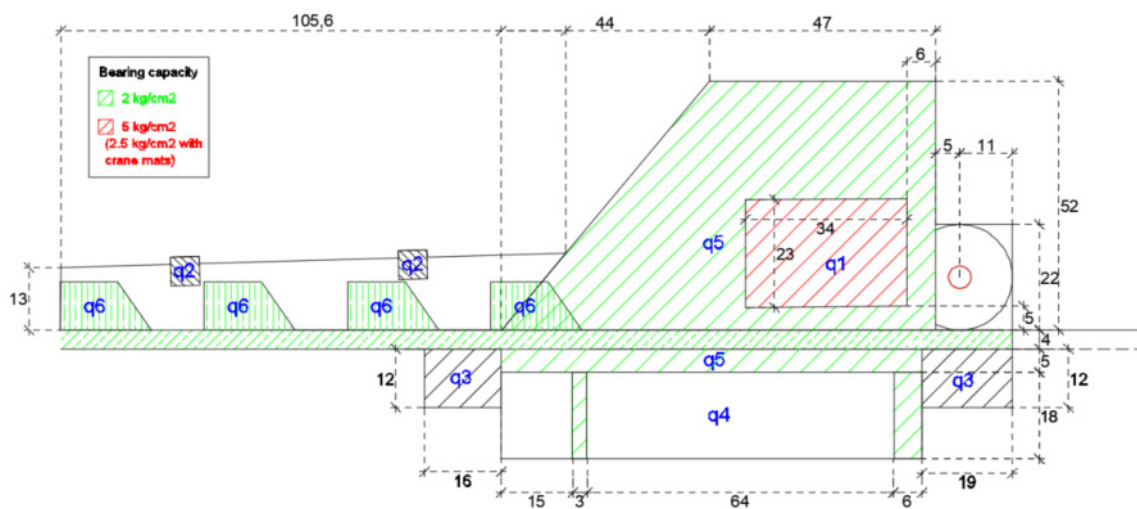


Figure 34. Model T150m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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



- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

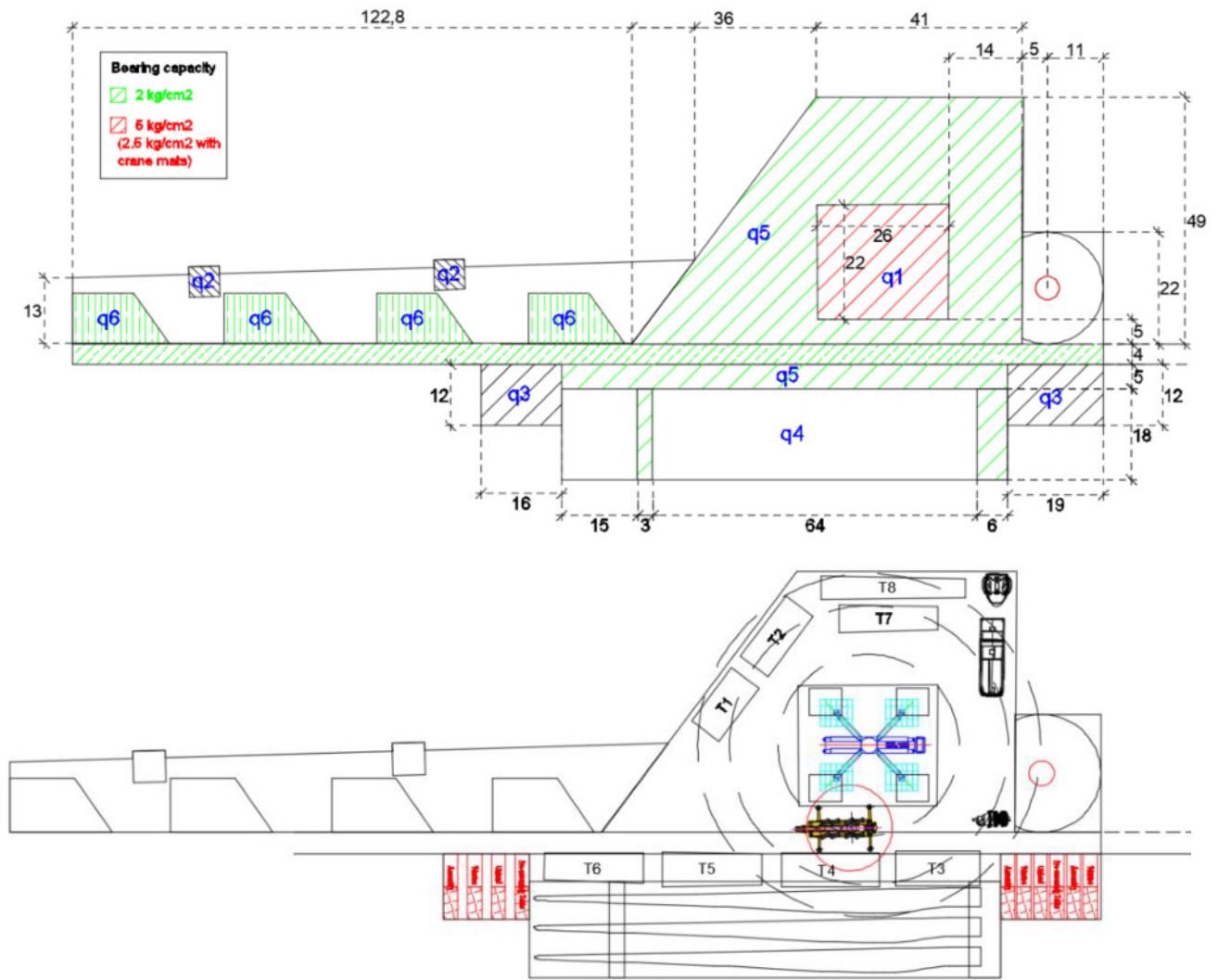
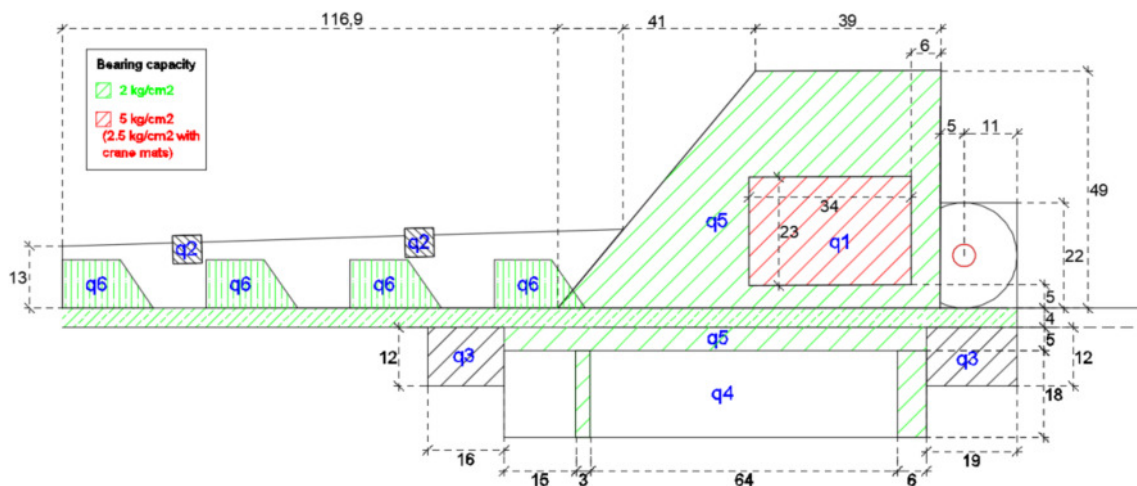


Figure 36. Model T150m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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



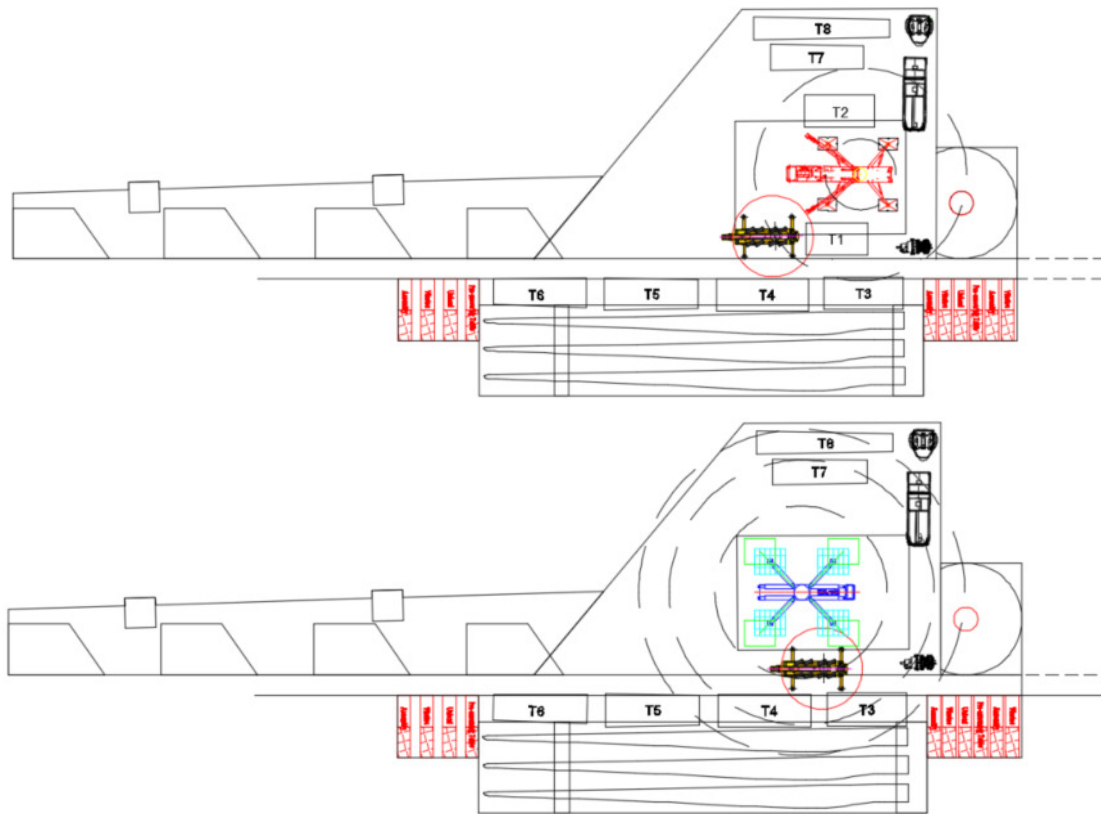


Figure 37. Model T150m - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

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

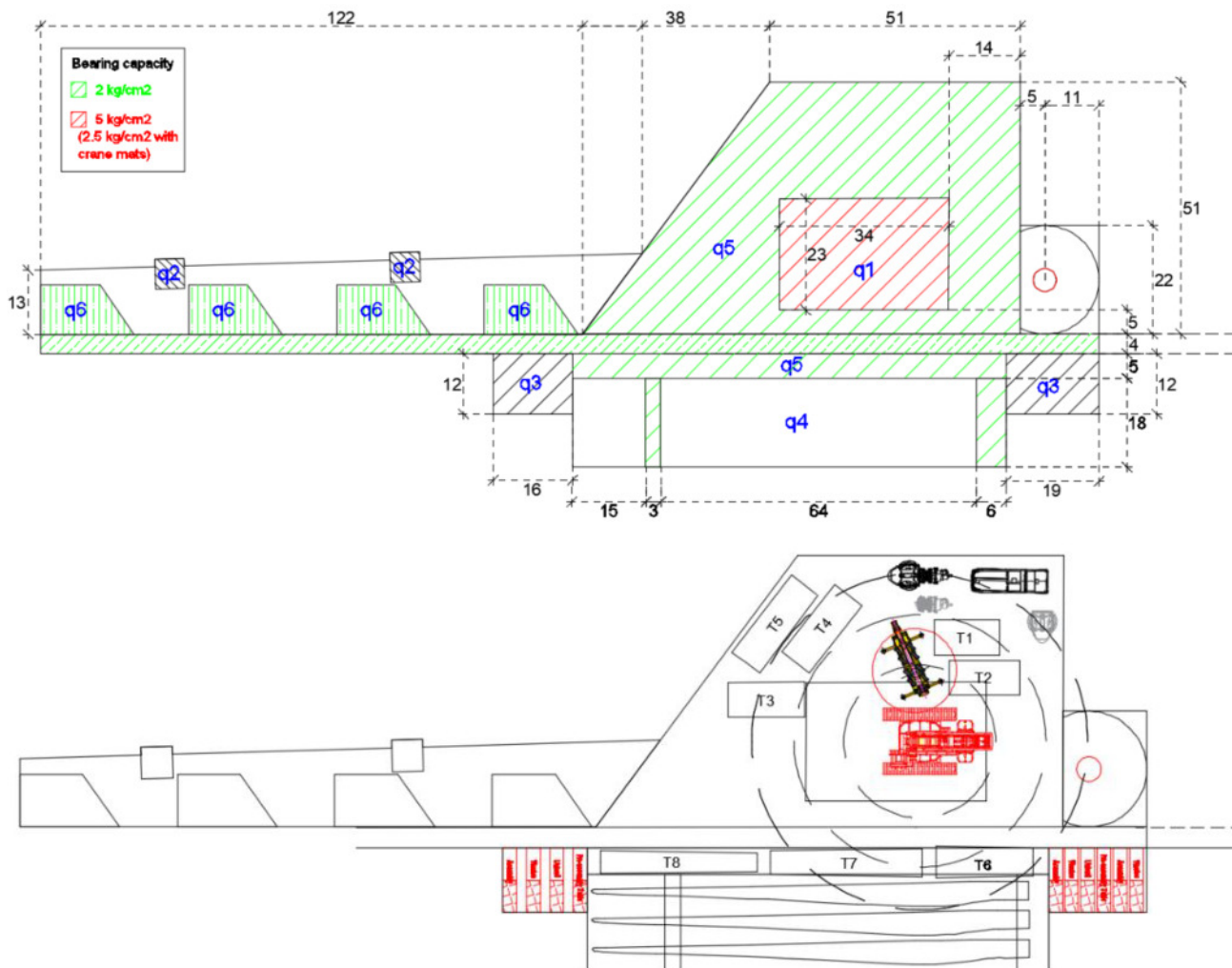
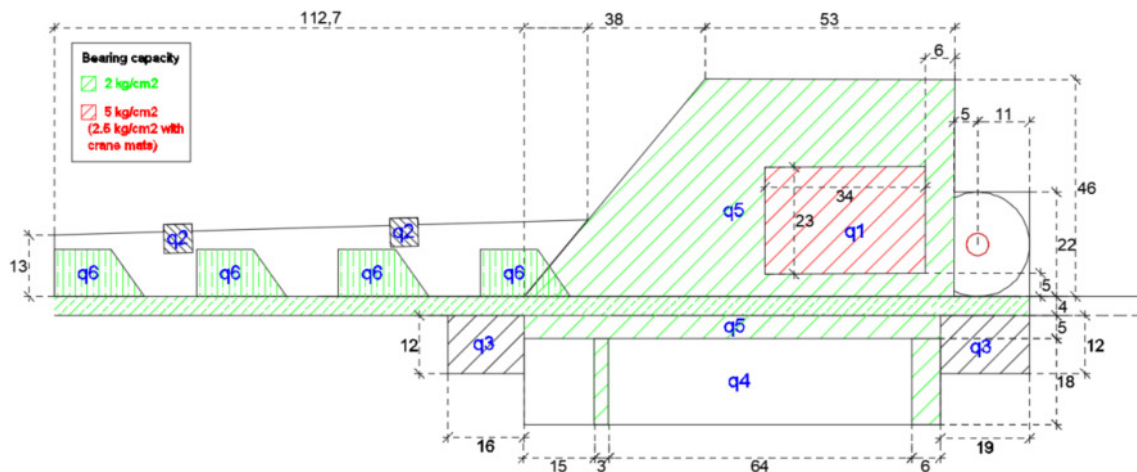


Figure 38. Model T155m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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



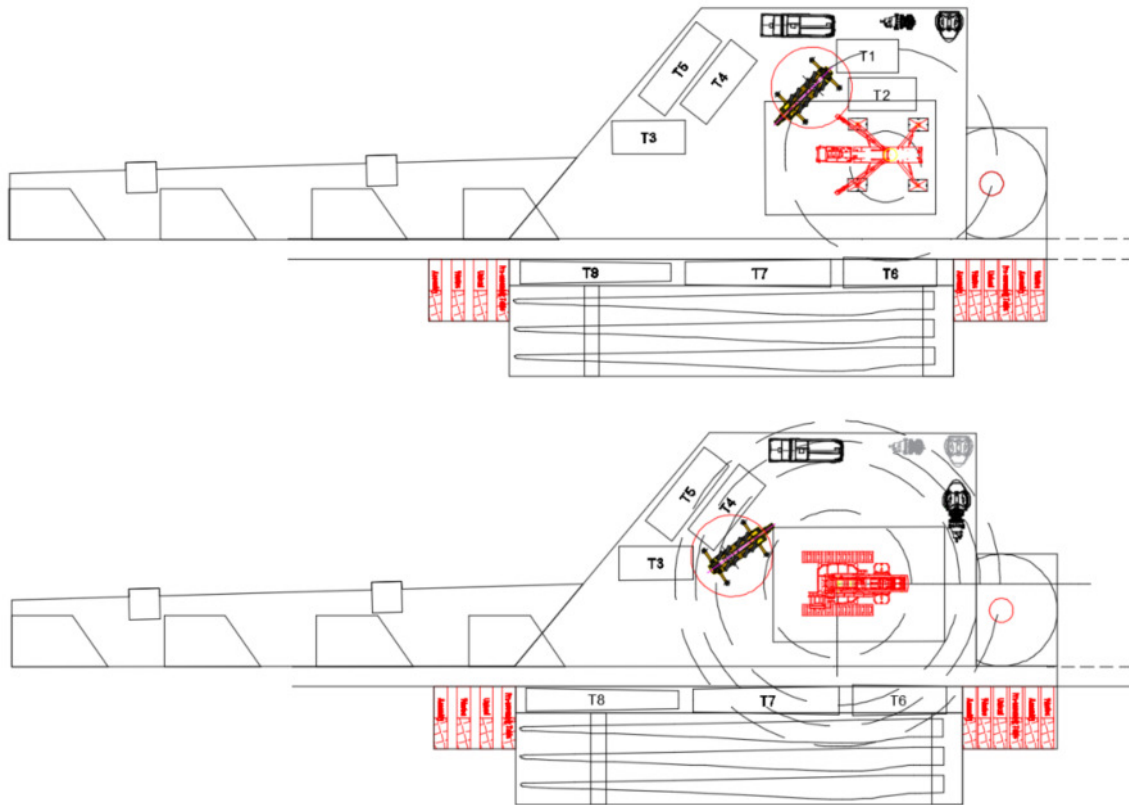


Figure 23. Model T155m - Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

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

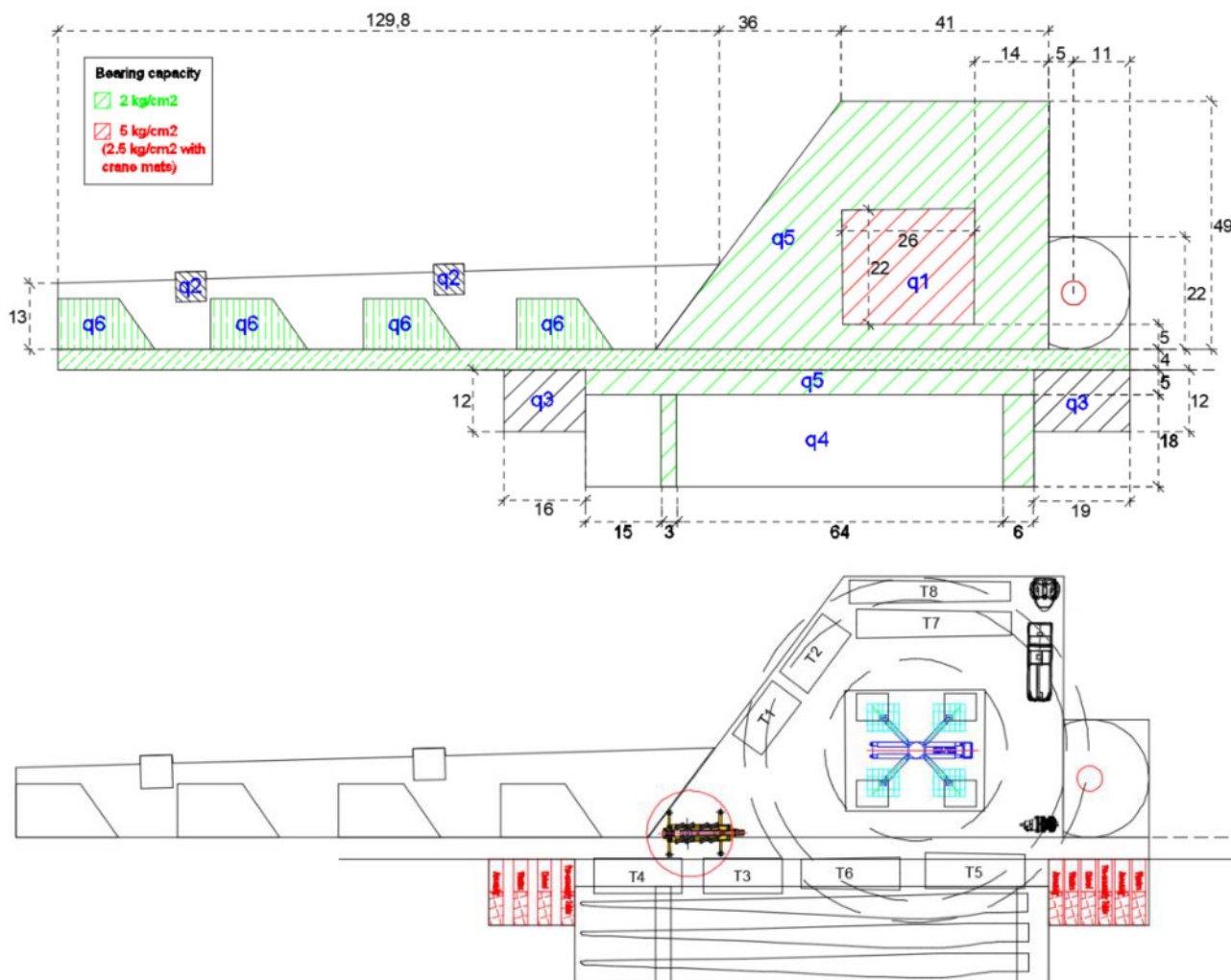
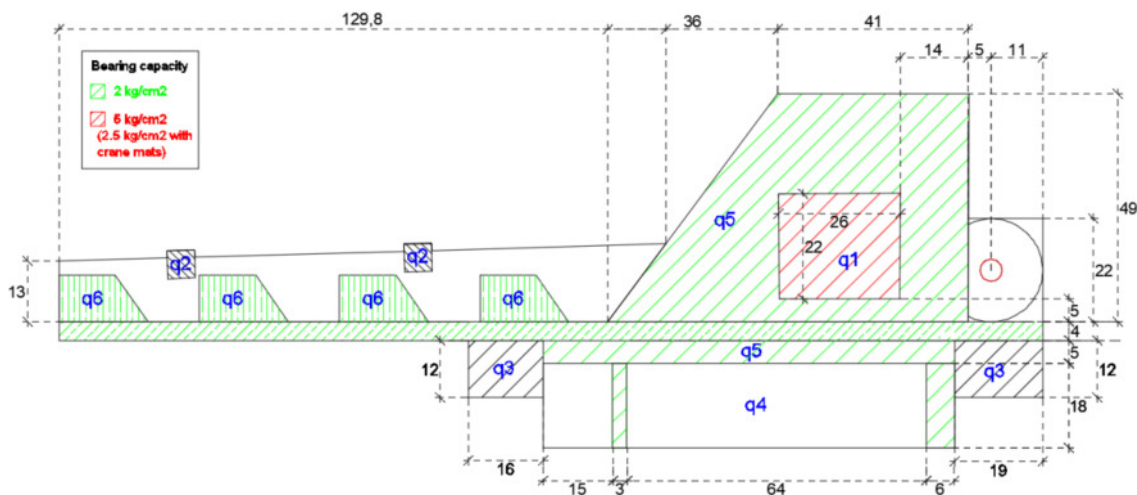


Figure 40. Model T155m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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



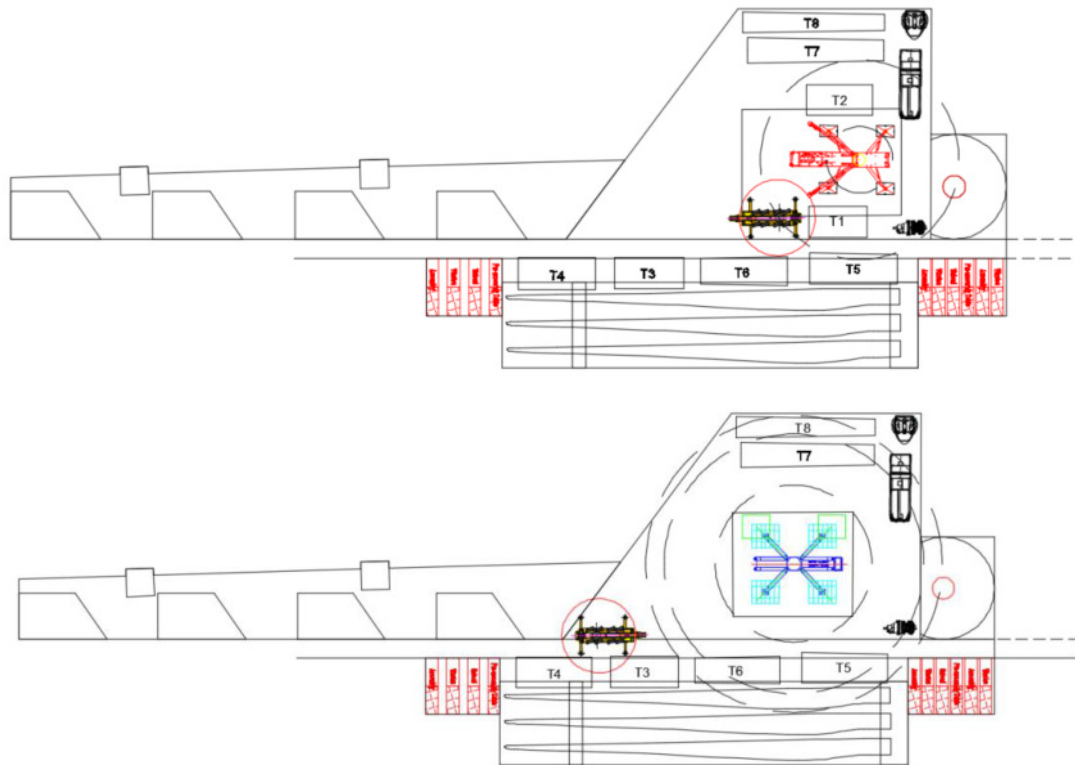


Figure 41. Model T155m - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

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

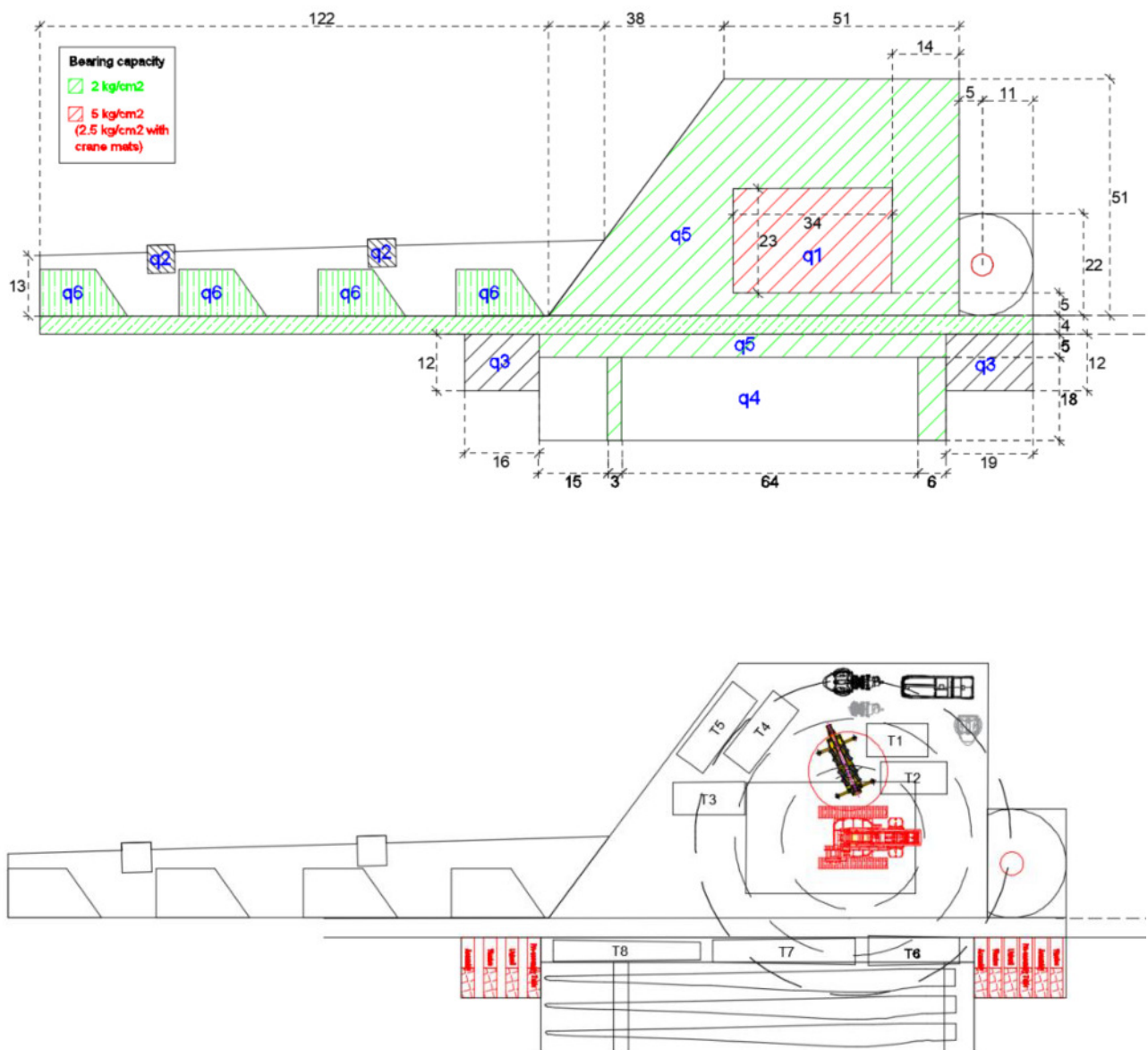


Figure 24 Model T155m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

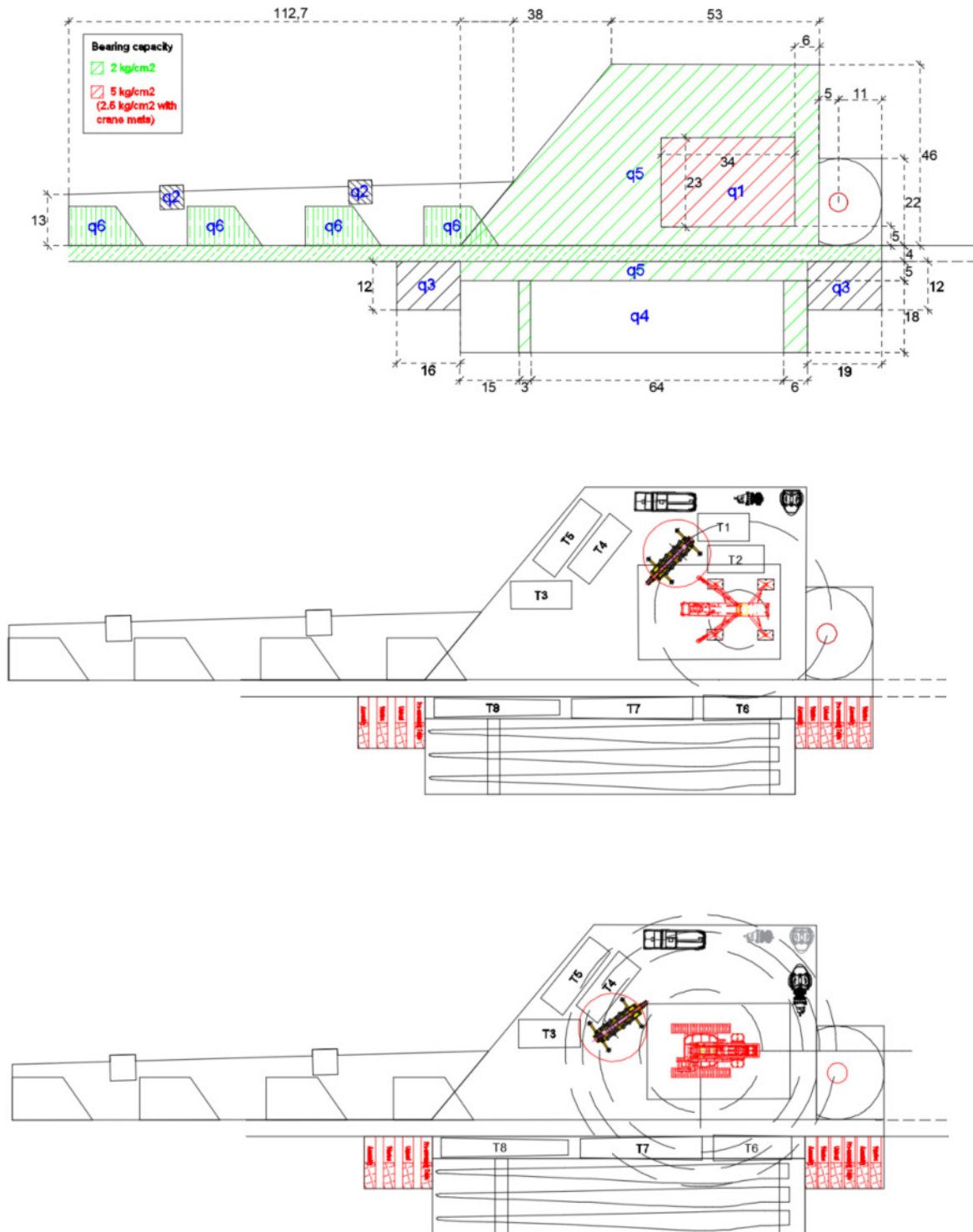


Figure 25 Model T155m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.4.18. T165m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

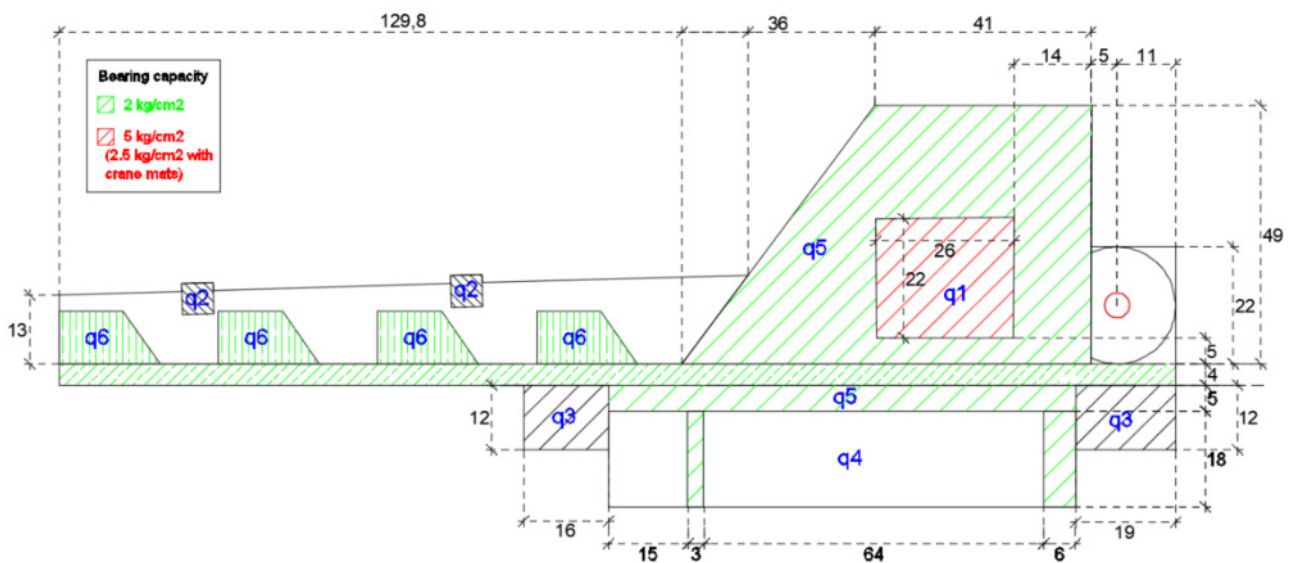
- Tailing crane offloading

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



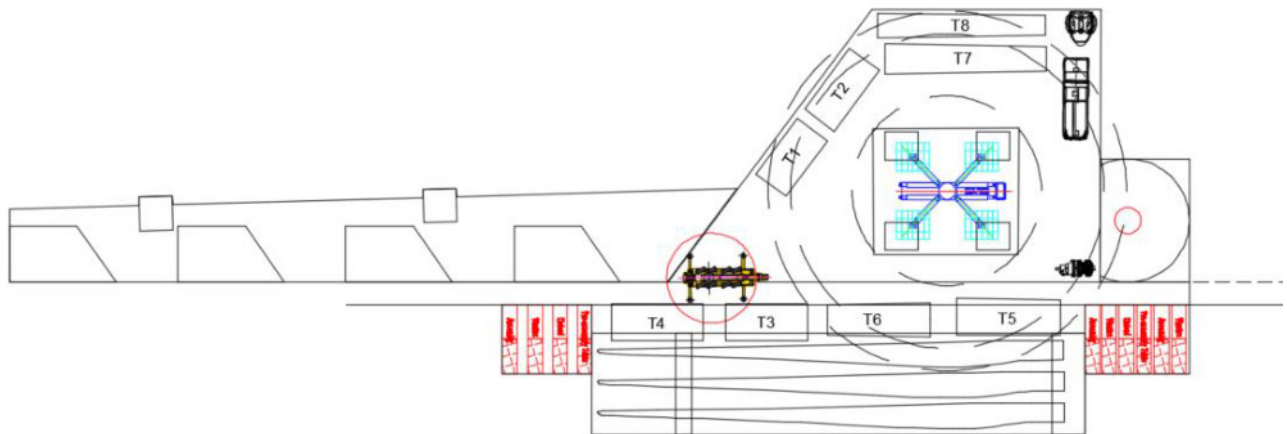
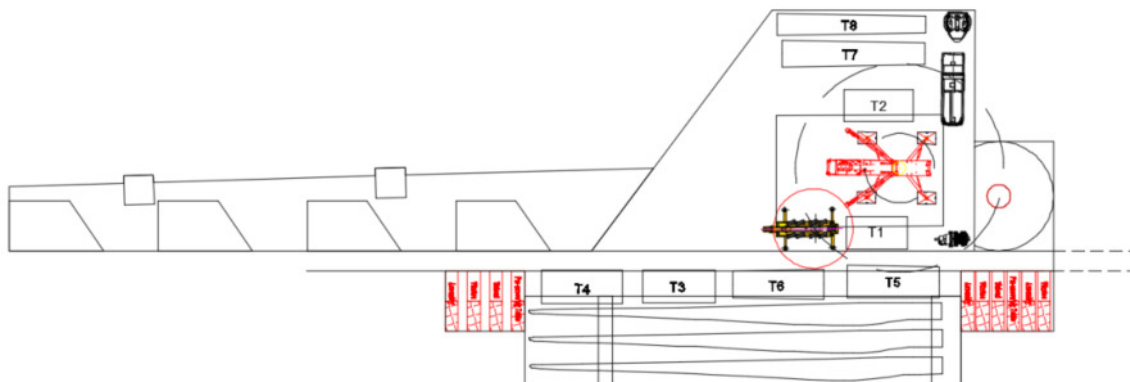
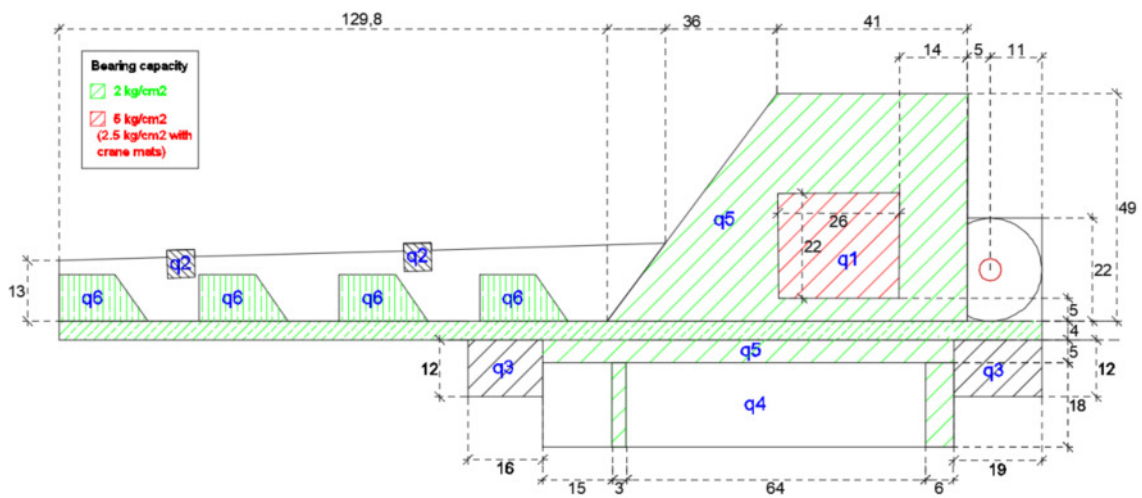


Figure 26 Model T155m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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



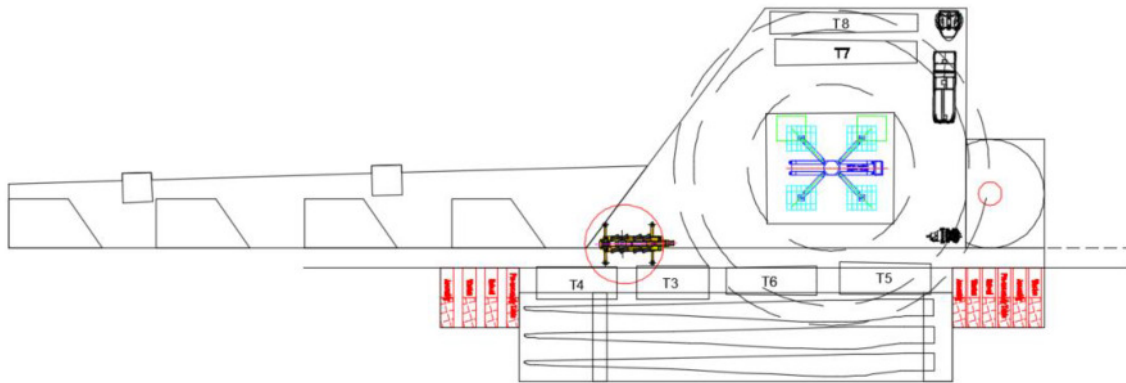


Figure 27 Model T155m - Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

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

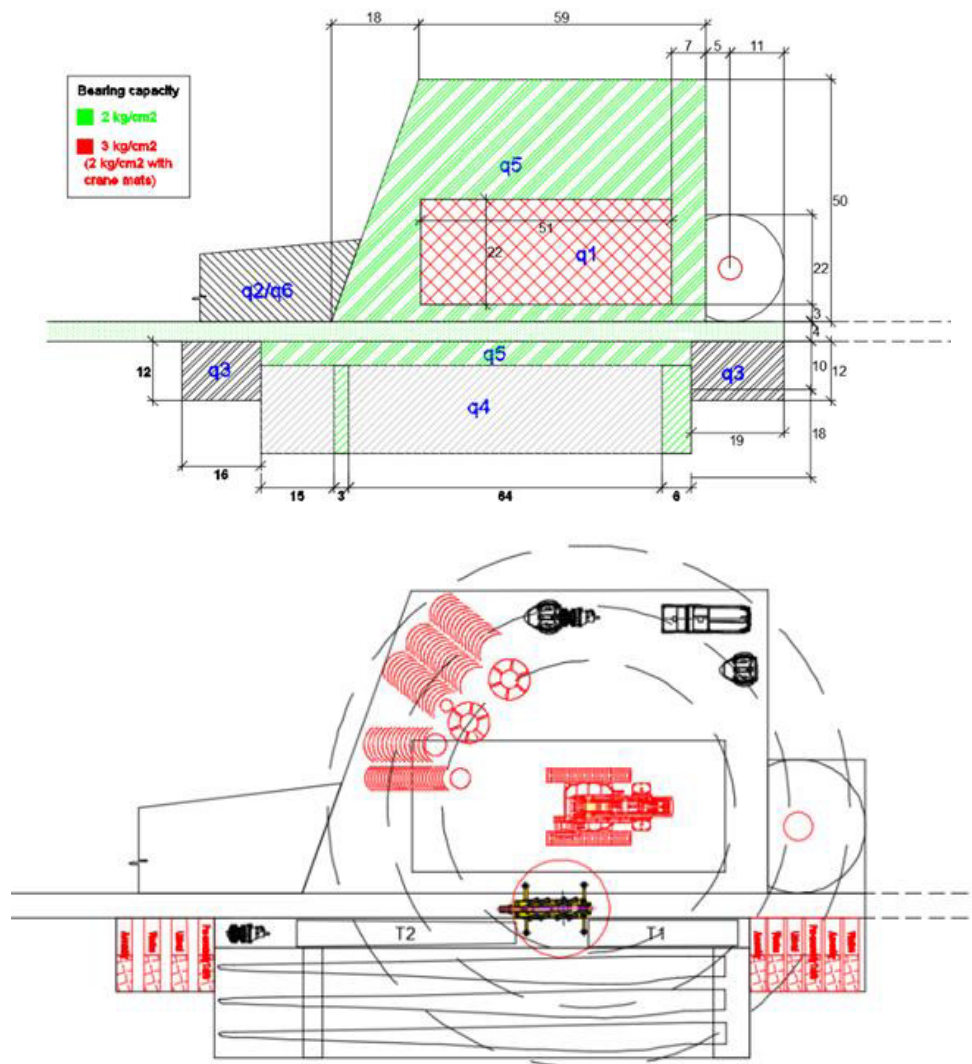
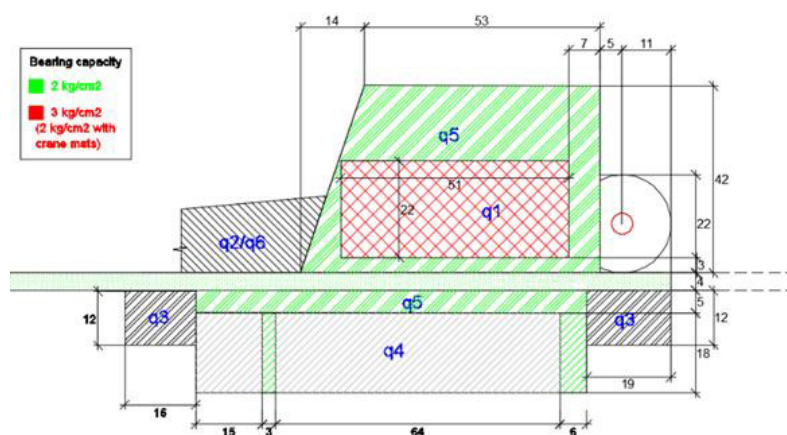


Figure 42. Model T165m MB – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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



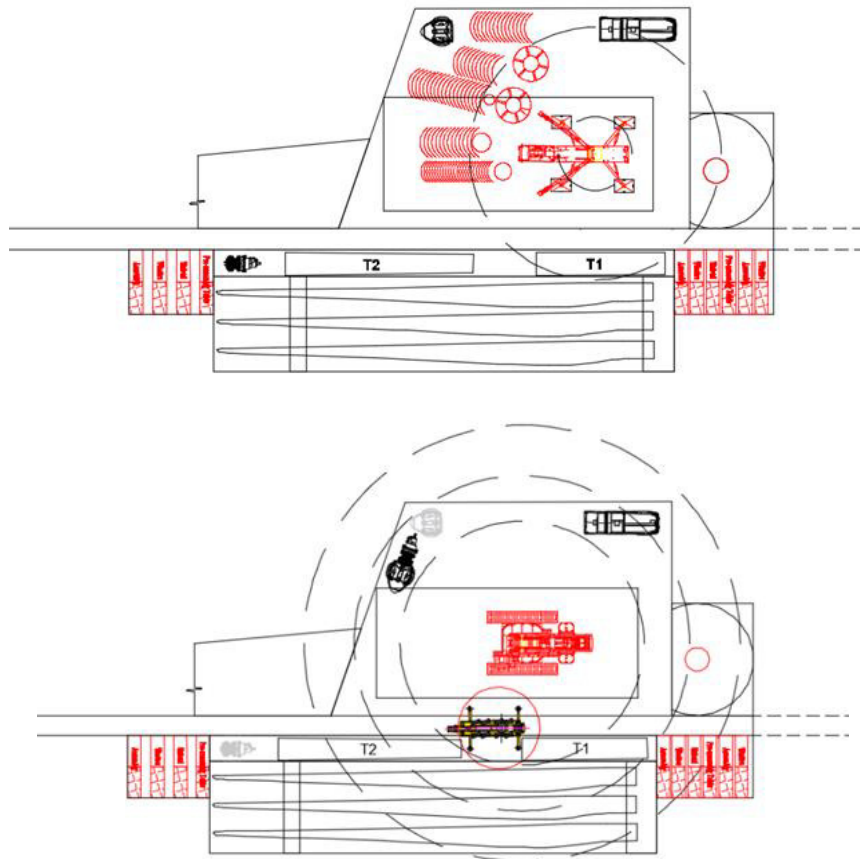


Figure 43. Model T165m MB – WT – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

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

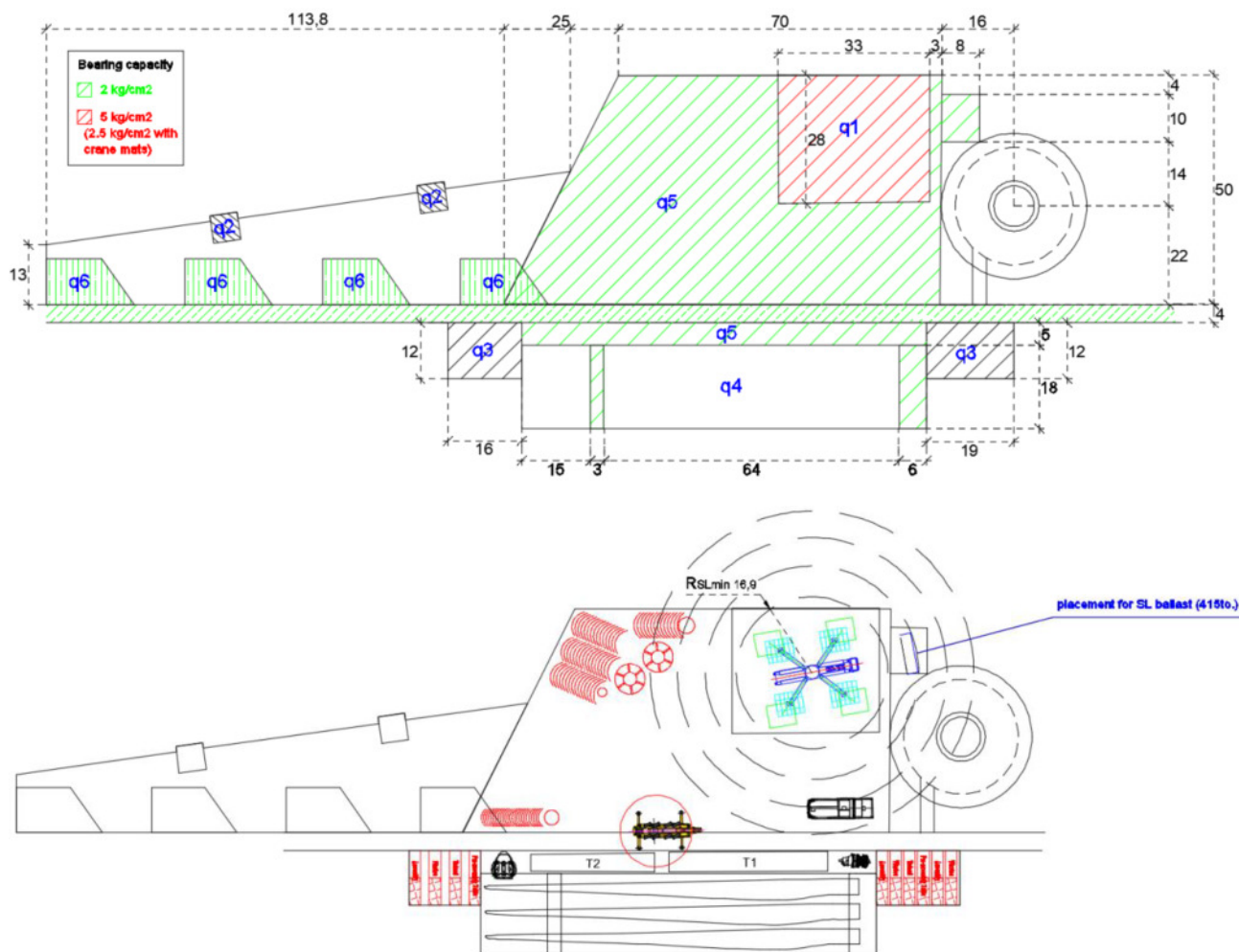
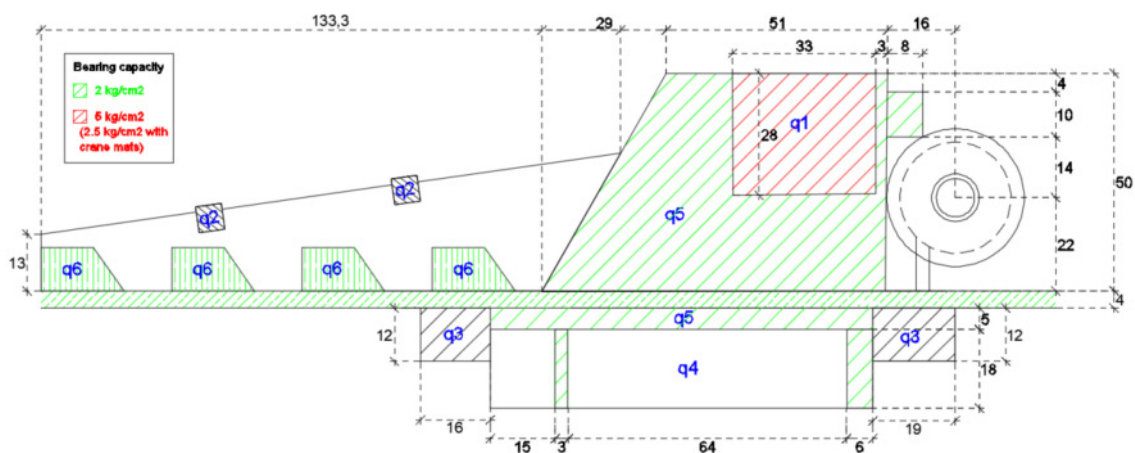


Figure 44. Model T165m MB – WT – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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



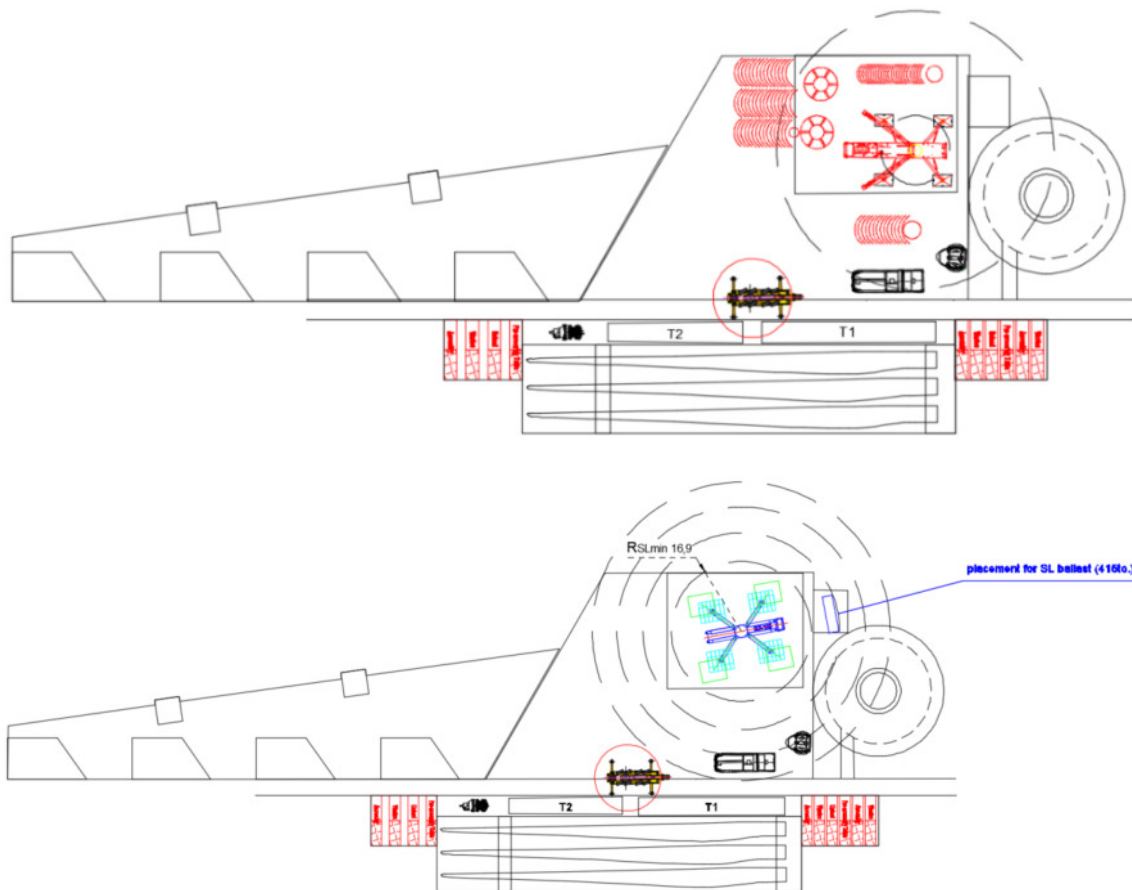


Figure 45. Model T165m MB – WT – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.4.21. JIT storage tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

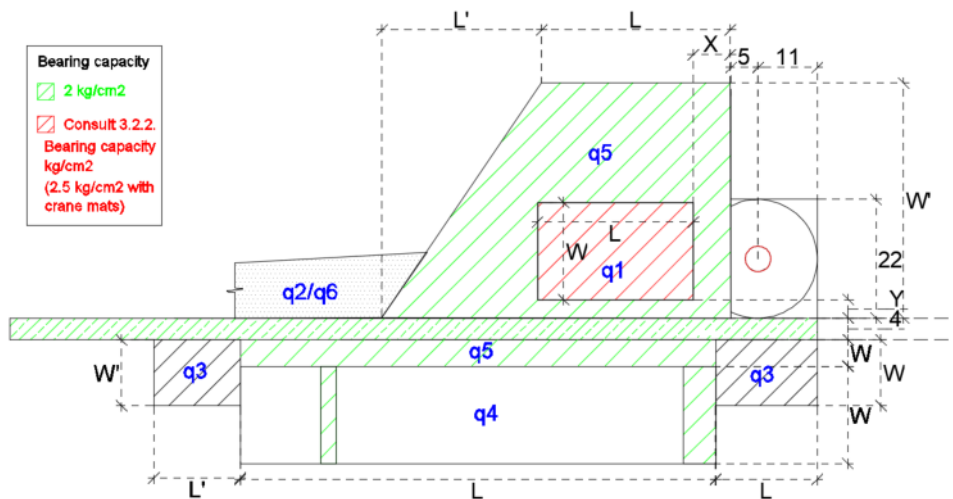
Storage conditions	HH	Width x length
JIT	100	q1: 29m x 18m
	110.5	q3: 16m x 12m + 19m x 12m
	115	q4: 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	135	q5: 35m x 44m + (30m x 44m)/2 – q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	**	q2/q6: Dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly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



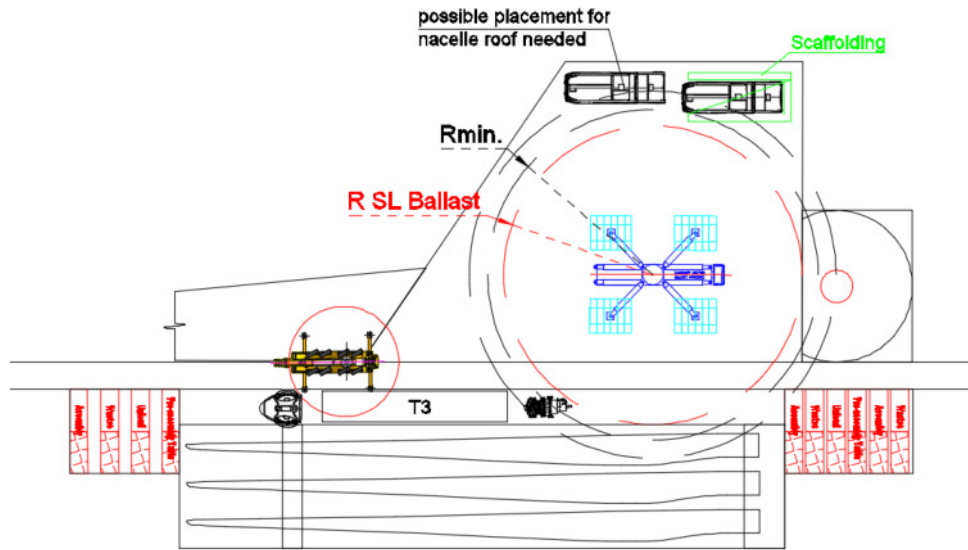


Figure 46. JIT storage reference hardstand