



AGOSTO 2022

SKI 31 S.R.L.

VIA CARADOSSO 9 – 20123 Milano

C.F. 12416980964

**WIND FARM TARQUINIA – IMPIANTO
EOLICO DA 52,8 MW E SISTEMA DI
ACCUMULO DA 30 MW**

COMUNE DI TARQUINIA (VT)

Località “Pian d’Arcione”

Montagna

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R01

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA

Progettista

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

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Codice elaborato

2800_5100_TARQ1_PD_R01_Rev0_RTG.docx



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2800_5100_TARQ1_PD_R01_Rev0_RTG.doc x	08/2022	Prima emissione	G.F.	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
Eleonora Lamanna	Coordinamento Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Carla Marcis	Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Massimiliano Kovacs	Geologo - Progettazione Civile	Ord. Geologi Lombardia n. 1021
Massimo Busnelli	Geologo – Progettazione Civile	
Davide Lo Conte	Geologo	Ord. Geologi Umbria n. 445
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Giuseppe Ferranti	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
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 Fronteddu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	Ord. Ing. Cagliari n. 8788 – Sez. A
Matthew Pisedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto Ambientale e GIS Junior	

**INDICE**

1. PREMESSA	5
2. DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO.....	6
2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	8
2.2. INQUADRAMENTO URBANISTICO, PAESAGGISTICO E CATASTALE	9
2.2.1. Inquadramento Urbanistico	9
2.2.2. Inquadramento Paesaggistico	11
2.2.3. Inquadramento Catastale	12
2.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	13
2.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO.....	16
2.5. USO POTENZIALE DEL SUOLO (CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI)	16
2.6. RICOGNIZIONE DEI SITI A RISCHIO POTENZIALE DI INQUINAMENTO	17
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	18
3.1. VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE TORRI	18
3.2. PIAZZOLE DI MONTAGGIO	20
3.3. AREA DI CANTIERE TEMPORANEA	23
3.4. PLINTI DI FONDAZIONE.....	23
3.5. AEROGENERATORI.....	26
3.6. CAVIDOTTI.....	28
3.7. SISTEMA DI CONNESSIONE	30
3.8. SISTEMA BESS.....	31
4. FASI ESECUTIVE	33
5. DISMISSIONI	34
5.1. DISMISSIONE CANTIERE.....	34
5.2. DIMISSIONE IMPIANTO.....	34
6. COSTI.....	36



1. PREMESSA

Il progetto 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** e relativo sistema di accumulo da **30 MW**, da installarsi nei territori comunali di Tarquinia e Tuscania in provincia di Viterbo, Località "Pian d'Arcione" e relative opere di connessione nel comune di Tuscania.

La Società proponente è la **SKI 31 S.R.L.**, con sede legale in Via Caradosso 9, 20123 Milano.

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

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

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna alla nuova sezione 36 kV di futura realizzazione all'interno della Stazione Elettrica (SE) denominata "Tuscania", nel territorio comunale di Tuscania. La connessione verrà realizzata mediante due linee cavo interrato 36 kV di lunghezza pari a circa 200 m di collegamento tra lo stallo dedicato in stazione Terna e la cabina di connessione utente esercita a 36 kV.

Il presente elaborato costituisce la Relazione Tecnico-Descrittiva che, unitamente agli elaborati grafici, descrive il Progetto definitivo delle opere civili ed elettriche per la realizzazione del Parco Eolico "in esame".

2. DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO

L'area oggetto di studio ricade all'interno del territorio comunale di Tarquinia, in provincia di Viterbo, a breve distanza dalla costa. Il tracciato di connessione attraversa i Comuni di Tarquinia e Tuscania dove è localizzata anche la Stazione RTN per la connessione finale.

Il paesaggio limitrofo è caratterizzato da un andamento del territorio pianeggiante ad uso prettamente agricolo. La successiva **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** illustra l'inquadramento territoriale dell'area di interesse su ortofoto.

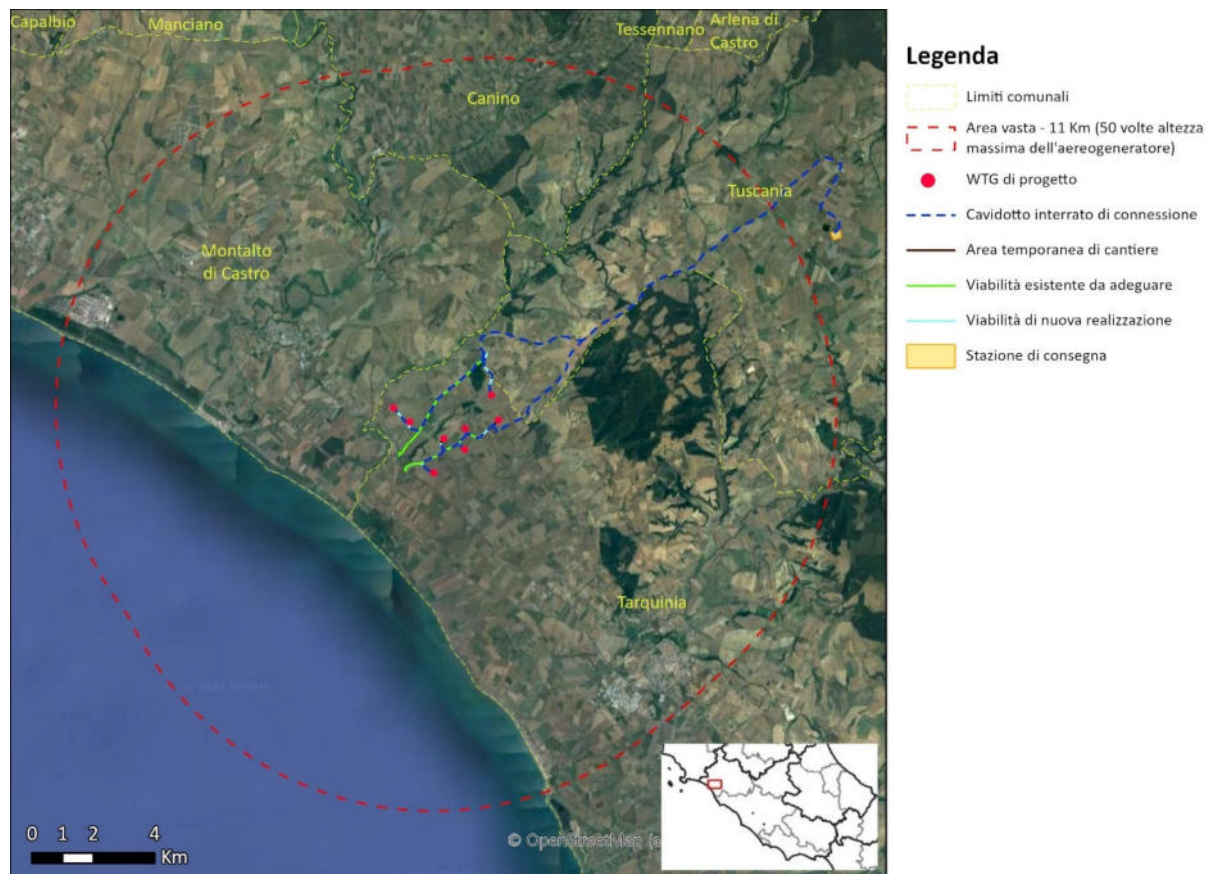


Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto

La Tabella 2-1 elenca le coordinate degli aerogeneratori di cui al layout proposto.

Tabella 2-1: Coordinate WTGs proposte (WGS84 UTM32 N – EPSG 32632)

WTG	LATITUDINE N	LONGITUDINE E
TRQ01	4689539	720428
TRQ02	4688865	720859
TRQ03	4689244	719091
TRQ04	4687392	719840
TRQ05	4688496	720190
TRQ06	4688157	720844
TRQ07	4689164	721965
TRQ08	4690032	721735

L'intera area di realizzazione del parco in esame è ubicata in zone al di fuori dei centri abitati limitrofi e, per quanto riguarda l'area produttiva di installazione degli aerogeneratori, si estende interamente nel territorio comunale di Tarquinia.

La sottostazione di trasformazione sarà ubicata nel territorio comunale di Tuscania mentre la linea di connessione attraverserà, i comuni di Tarquinia e Tuscania.

L'accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e regionale partendo dal vicino porto industriale di Civitavecchia. All'interno dell'area del parco verranno utilizzate come viabilità primaria la Strada Statale SS1, e la Strada Provinciale 4. Dalla viabilità primaria, le aree per la costruzione degli aerogeneratori saranno raggiunte mediante due strade secondarie sterrate (SP208 e strada dei Due Cancelli Selvaccia) esistenti e mediante la realizzazione di apposite piste.

Le infrastrutture a servizio del parco, strade, cavidotti e reti tecnologiche, interesseranno per la quasi totalità aree di proprietà pubblica (comunali, provinciali, statali e ministeriali), solo in alcuni tratti, il cavidotto potrebbero interessare catastalmente terreni privati.

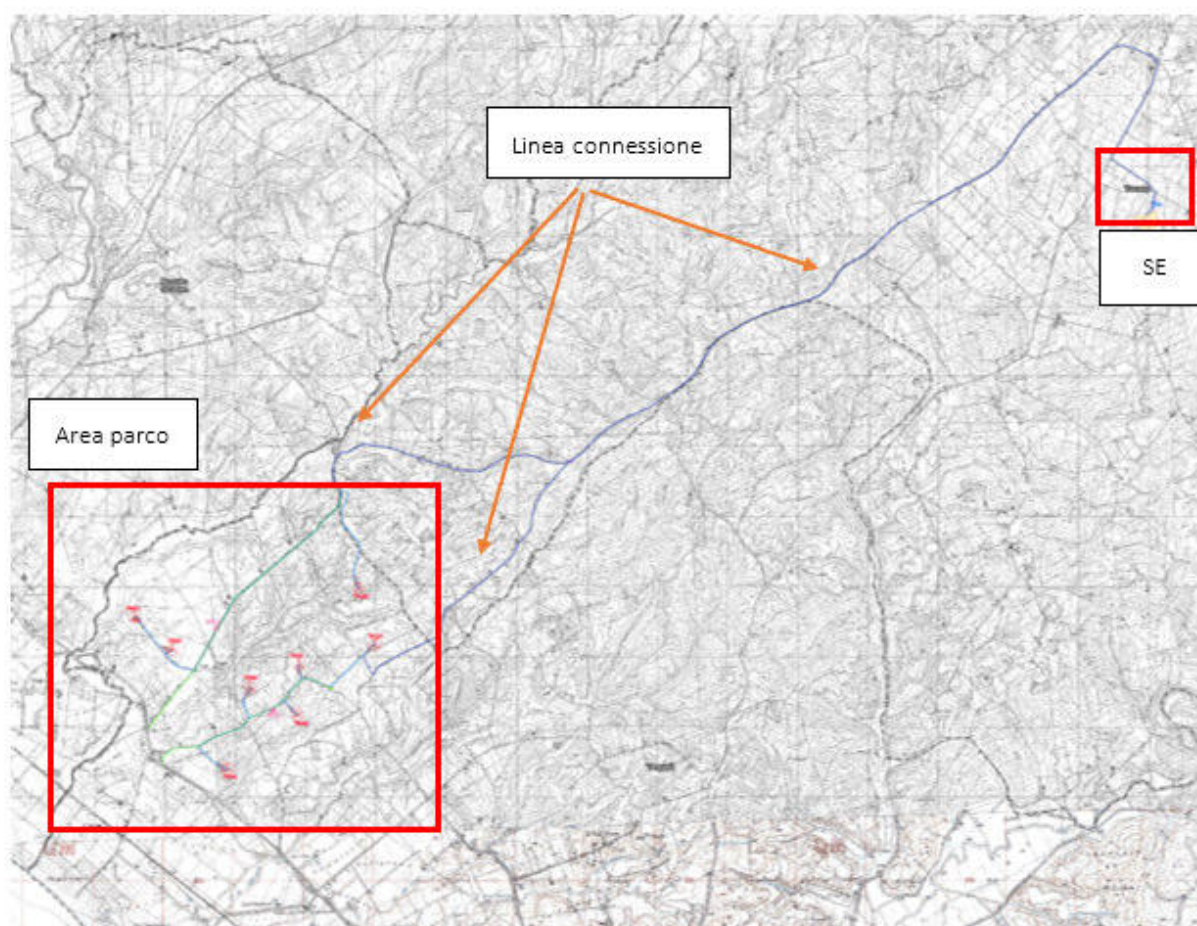


Figura 2.2 - Area impianto in progetto

La realizzazione della cabina di smistamento utente è prevista nei pressi del parco eolico all'interno dell'area comunale di Tuscania (VT), la realizzazione della cabina di connessione è prevista anch'essa nel comune di Tuscania in prossimità della stazione elettrica TERNA denominata "Tuscania".

Il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori e la sottostazione avverrà mediante un elettrodotto interrato che seguirà in gran parte il tracciato delle strade esistenti ed in parte il tracciato di quelle di nuova realizzazione (nuove strade di interconnessione degli aerogeneratori e strada di accesso alla stazione elettrica).

2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

Il presente progetto è ubicato nella parte nord occidentale della regione Lazio, più precisamente nel territorio comunale di Tarquinia (VT).

Tarquinia è un paese della Provincia di Viterbo, si trova a circa 133 m d'altitudine su un colle dominante da sinistra il basso corso del fiume Marta, presso la Via Aurelia, nella Maremma laziale non distante dalla Toscana.

Le principali vie di accesso e comunicazione al territorio di Tarquinia sono costituite dall'autostrada E80 e dalla SS1bis. All'interno del territorio comunale sono poi presenti numerose strade comunali, asfaltate e sterrate che uniscono le diverse frazioni.

Le opere necessarie per la realizzazione del parco eolico, si collocano nel territorio del comune di Tarquinia, e le opere di connessione nel territorio comunale di Tuscania.

Dal punto di vista cartografico il territorio di Tarquinia risulta inquadrabile come segue:

- Carta IGM in scala 1:25.000 Foglio 142-IV NE, Foglio 142-IV NO, Foglio 136-III SE, Foglio 136-II SO e 136-II SE
- SEZIONI: 353080, 354050, 354010 e 354020 della Carta Tecnica Regionale della Regione Lazio in scala 1:10000

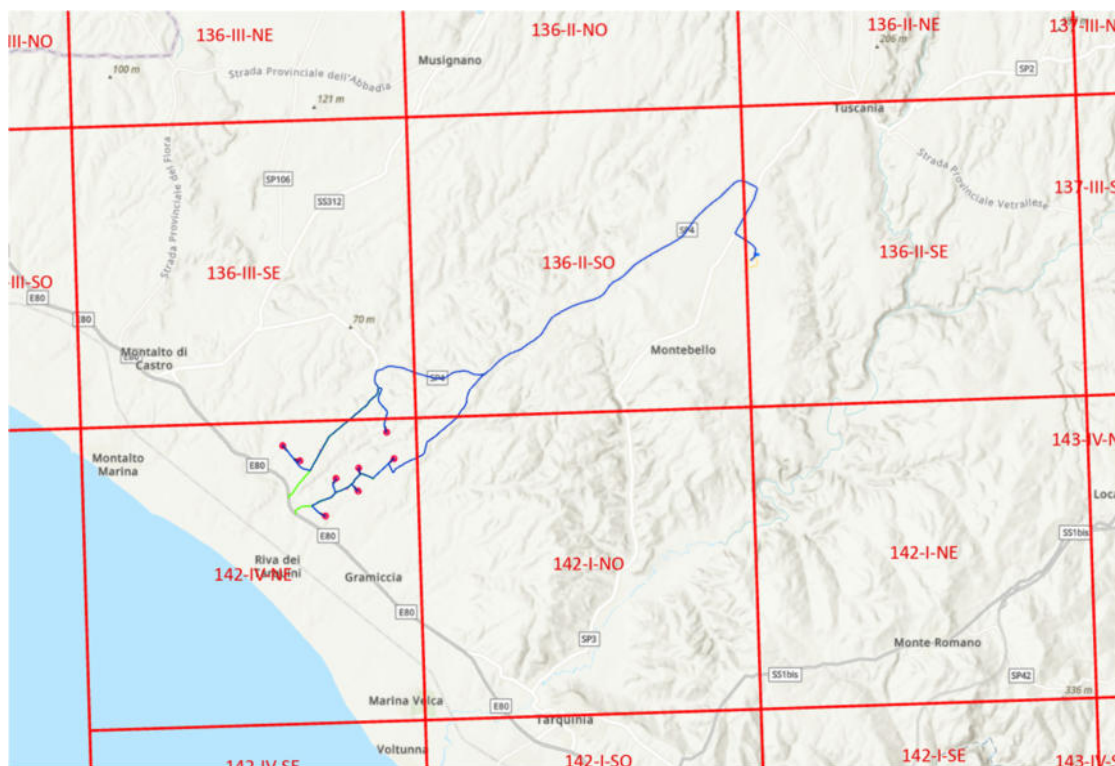


Figura 2.3: quadro di unione IGM



Figura 2.4: quadro di unione C.T.R. Lazio

La Carta Tecnica Regionale CTR in scala 1:10.000, georiferita nel sistema Gauss Boaga, rappresenta la base cartografica su cui sono stati programmate e svolte le elaborazioni in fase progettuale. Inoltre sono state utilmente sfruttate le carte Ortofoto e le carte consultabili online da geoportale della Regione Lazio e Google Earth Pro.

2.2. INQUADRAMENTO URBANISTICO, PAESAGGISTICO E CATASTALE

2.2.1. INQUADRAMENTO URBANISTICO

Il Piano Regolatore Generale di Tarquinia è stato adottato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 184 del 22/12/1972 e approvato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 3865 del 07/11/1975.

Come si evince dalla successiva *Figura 2-5*, le WTGs: TRQ02, TRQ04, TRQ05, TRQ06, TRQ07 e TRQ08 ricadono nella Zona F1 Riserve Naturali (Art. 12 delle NTA), mentre le WTGs: TRQ01 e TRQ03 ricadono nella Zona E1 per attività agricole e/o trasformazione (Art. 11 delle NTA).

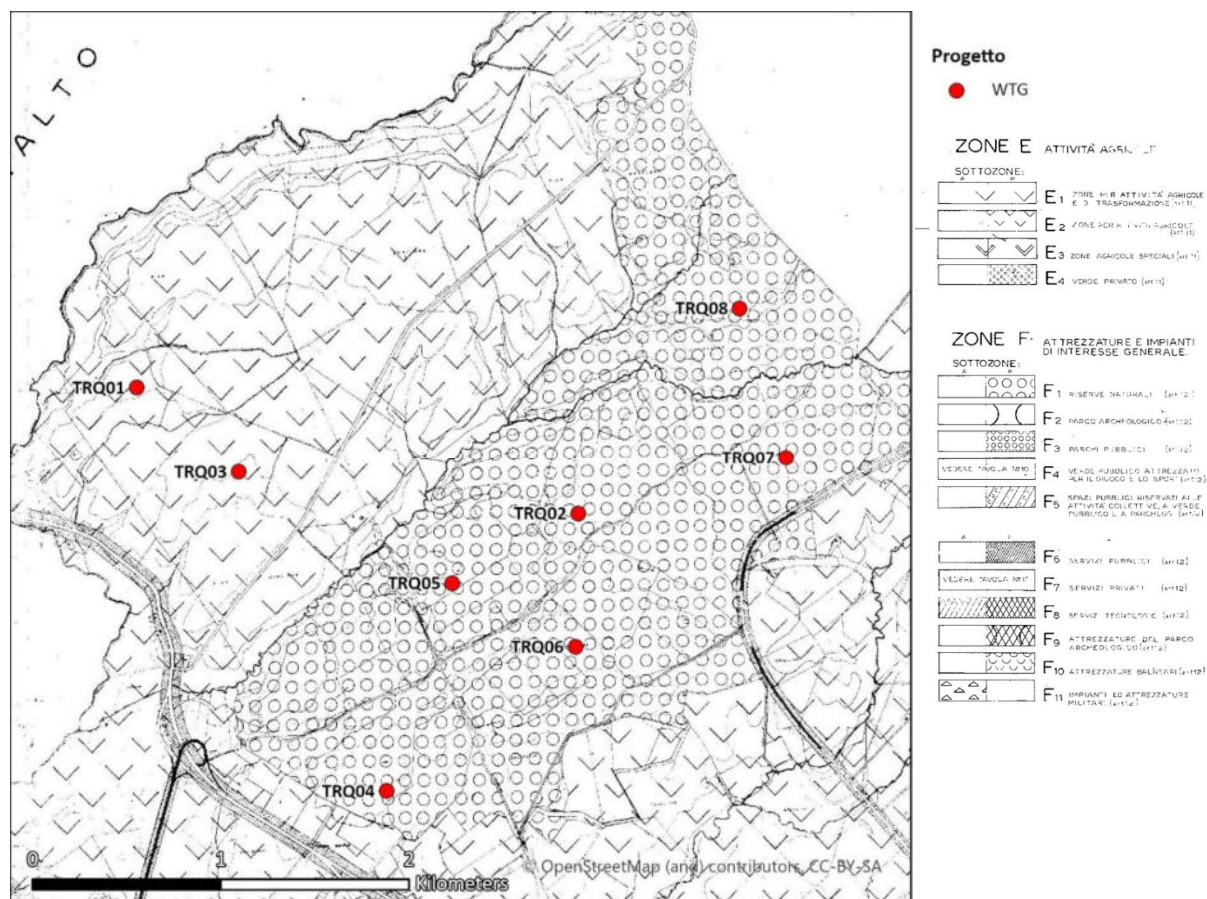


Figura 2-5: Zonizzazione comunale PRG vigente di Tarquinia – dettaglio sull’area di progetto

Secondo quanto riportato dalle NTA, la Zona E – Attività Agricole comprende tutto il territorio comunale destinato alla conservazione dell’aspetto caratteristico del paesaggio e alla conservazione e sviluppo delle attività agricole. La Zona E si divide nelle tre sottozone: E1, E2, E3.

Per quanto concerne La Zona F, essa è destinata alle attrezzature e impianti di interesse generale cui si riferisce il D.M. 2 Aprile 1968. La zona F si divide nelle undici sottozone: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11.

In particolare, la sottozona F1 comprende quelle aree che pur non avendo l’altissimo pregio dei parchi, devono tuttavia essere tutelate in modo da impedire la trasformazione del paesaggio che una destinazione agricola di queste aree avrebbe inevitabilmente comportato. Prevalentemente destinazione di questa zona è il mantenimento ed il potenziamento delle coltivazioni boschive, la conservazione delle sue qualità naturali e del suo habitat animale.

Tuttavia si segnala che dall’analisi della Tavola di Piano n. 3.2.1 - *Mosaico strumenti urbanistici*, non si rileva la presenza della perimetrazione delle sottozone F1- Riserve Naturali (Figura 2-6).

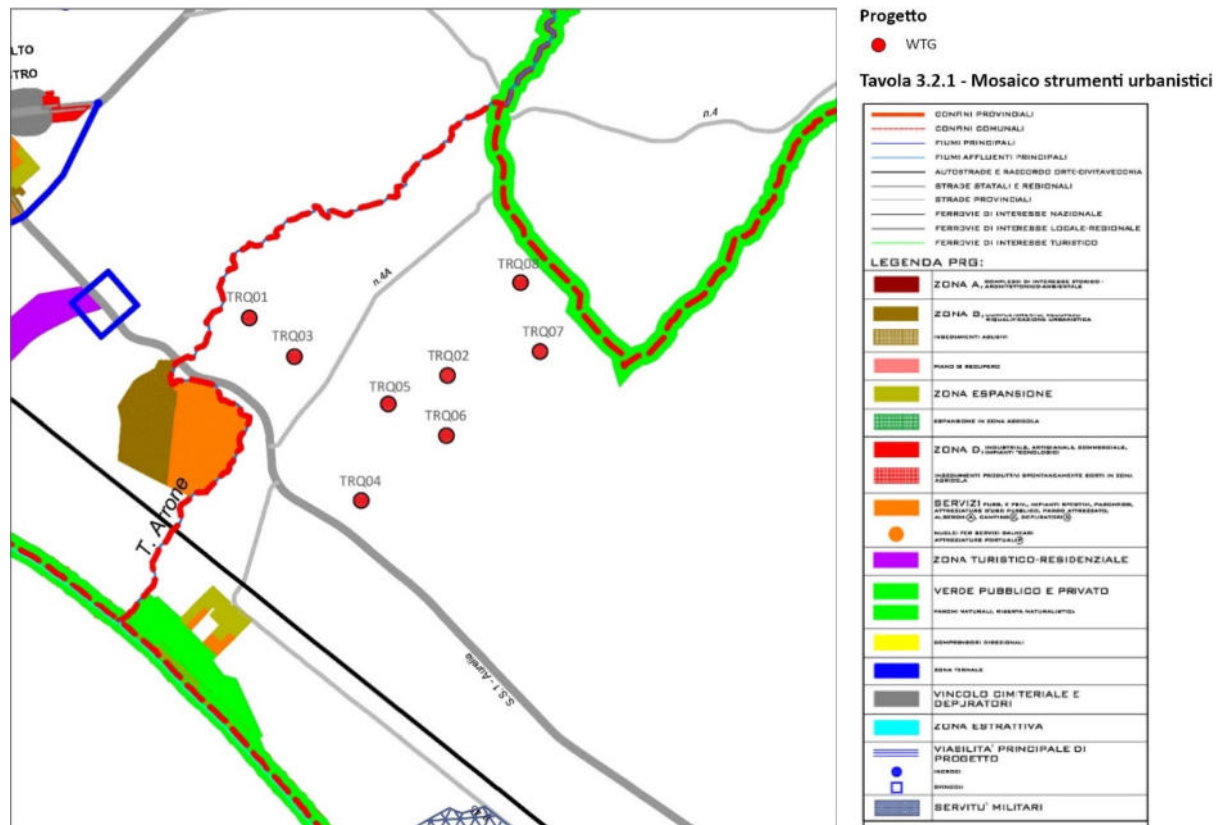


Figura 2-6: Stralcio Tavola 3.2.1 del PTPG - Mosaico strumenti urbanistici

2.2.2. INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO

La materia paesistica è regolamentata a livello nazionale dal D.lgs. 42/2004, e a livello regionale, dalla L.R. 24/1998 e s.m.i. Il PTPG recepisce, in toto, i PTP della regione Lazio, approvati con la L. 24/1998. (sintesi Tav. 2.3.1).

Viene di seguito riportato (Figura 2-7) uno stralcio cartografico della Tavola di Piano n. 2.3.1 in cui si riscontrano le seguenti sovrapposizioni con il layout di progetto:

- le WTGs TRQ02 e TRQ05 ricadono all'interno del Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D.L - 3267/23;
- le WTGs TRQ01 e TRQ03 ricadono all'interno della fascia di tutela dei corsi d'acqua.

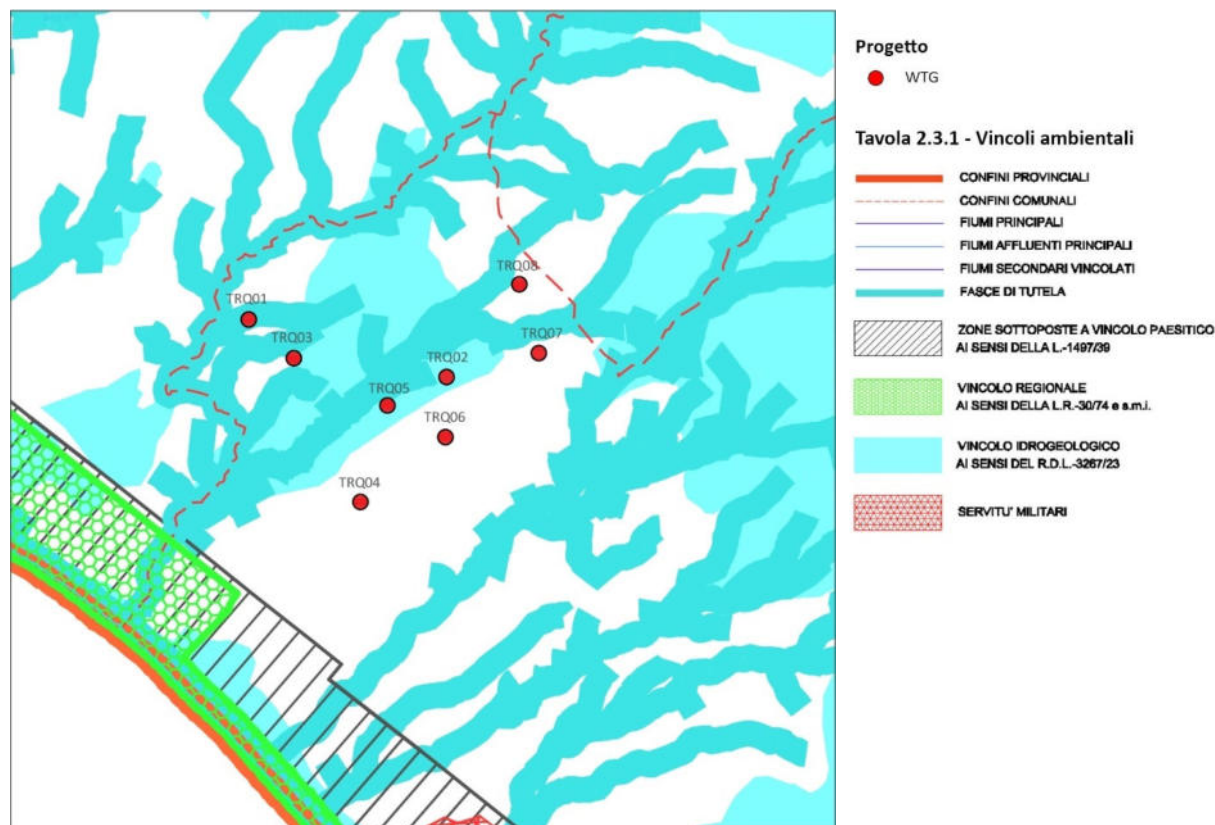


Figura 2-7: Stralcio Tavola 2.3.1 del PTPG – Vincoli ambientali

Il Vincolo Idrogeologico, regolamentando di fatto l'uso del suolo e i suoi cambiamenti, ha una valenza fortemente paesistica. Le NTA di piano riportano che attualmente le competenze in materia di vincolo idrogeologico sono regolamentate in modo nettamente distinto a seconda che si tratti di interventi che comportano movimento di terra e interventi inerenti alla gestione delle aree boscate o cespugliate:

Movimenti terra

Per quanto riguarda la gestione dei movimenti terra il panorama delle competenze è regolato dalla Delibera di G.R. n° 6215/66, dalla Delibera di G.R. n° 3888/98 e dalla L.R. 53/98. Ai fini della tipologia di opera in progetto, verrà attivata la procedura di cui all'art 21 del RD 1126/26 ai fini dell'ottenimento dell'autorizzazione.

Per quanto riguarda le fasce di tutela dei corsi d'acqua, le NTA riportano che nelle fasce di salvaguardia (la zona inondabile con portate aventi tempi di ritorno compresi tra 10 e 100 anni) e protezione (la zona inondabile con portate aventi tempi di ritorno compresi tra 100 e 300 anni), sono ammessi quegli interventi che non producono livelli di rischio superiore a quello prefissato. Tali fasce dovranno di conseguenza essere ridefinite in funzione degli interventi previsti.

2.2.3. 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 Tarquinia mentre il territorio comunale di Tuscania è interessato esclusivamente dal cavidotto e dalla sottostazione elettrica. Gli inquadramenti catastali relativi ai comuni interessati sono illustrati nell'elaborato grafico 2800_5100_TARQ1_PD_T03_Rev0_PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO SU CATASTALE.

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.

2.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'attuale assetto strutturale, morfologico e litostratigrafico è il frutto dell'evoluzione tettonica e paleogeografica che ha interessato i bacini tosco-umbro-laziali dal Miocene superiore fino ai nostri giorni.

Con la fase parossistica dell'orogenesi tortoniana, a carattere spiccatamente compressivo, si viene a definire l'architettura a falde dell'Appennino settentrionale, durante la quale si verificarono notevoli movimenti traslativi che determinarono la messa in posto dei complessi alloctoni.

Al ciclo di eventi parossistici tortoniani, segue una tettonica di stile rigido e distensivo articolata in più fasi che si protrae fino al Quaternario. Si ha la formazione di horst e graben che intersecano, secondo direttrici prevalentemente appenniniche, le strutture precedenti, caratterizzate da pieghe e accavallamenti.

Questo nuovo tipo di dislocazioni si inserisce in una serie di movimenti regionali di sprofondamento e di sollevamento, ai quali è legata l'evoluzione paleografica della Toscana e del Lazio. L'ingressione marina del Messiniano inferiore, quindi, si imposta in un'area notevolmente articolata che ha consentito lo sviluppo di un bacino fortemente proteso verso l'interno. Durante tale periodo ha inizio la sedimentazione del complesso "neoautoctono" che acquista una caratterizzazione evaporitica nel Messiniano superiore, a seguito dell'evoluzione della zona in un bacino poco profondo. La fine del "piano" è caratterizzata da un generale sollevamento di tutta la regione con la formazione di depositi lacustro-salmastri e conglomeratici, in gran parte smantellati da una intensa erosione subaerea.

All'inizio del Pliocene inferiore si verifica in tutta la Toscana meridionale e nel Lazio settentrionale un'ampia trasgressione marina susseguente ad una generalizzata subsidenza regionale. Le litofacies sono caratterizzate da una sedimentazione molto fine ("argille azzurre"), affiorante lungo tutto il margine orientale dell'area in studio.

La sequenza pliocenica inferiore, pur iniziando con la deposizione di argilla in tutta l'area, è poi evoluta in alcune zone in una sedimentazione di ambiente costiero.

La situazione geologica del sito in esame è desunta dalla Carta CARG a scala 1:50.000 con relative note illustrative, dalle note della Carta Geologica della Regione Lazio e sulla base delle indagini svolte.

Le formazioni affioranti nei settori costieri del Lazio settentrionale e della Toscana meridionale sono riferibili ad un arco temporale che va dal Triassico all'attuale e sono ascrivibili alle unità dell'Appennino Settentrionale. Tali unità corrispondono a diversi domini paleogeografici, che devono essere intesi come i diversi ambiti in cui esse si sono sedimentate prima di venire coinvolte nei processi di dislocazione tettonica dell'orogenesi appenninica.

Il settore costiero del Lazio settentrionale si inquadra quindi nel contesto della geologia dell'area di catena interna nord appenninica, dove, a partire dal Miocene medio - superiore, processi estensionali a scala crostale hanno suddiviso gli ammassi rocciosi oggetto della precedente fase di ispessimento, legata alla costruzione dell'orogene appenninico.

La successione sedimentaria presente nella zona inizia con le formazioni della Falda Toscana, di età compresa tra il Trias inferiore e l'Oligocene superiore, alle quali si sovrappongono, in contatto tettonico, le unità alloctone delle Liguridi (Cretaceo - Oligocene).

In trasgressione su queste ultime si trovano le formazioni marine e marino marginale del Miocene e del Pliocene. A chiudere la sequenza si hanno i depositi quaternari di ambiente marino, subcontinentale e continentale.

I terreni affioranti nell'area in esame sono rappresentati da alternanze calcareo marnose e subordinatamente argillitiche, con spessori variabili nell'ordine dei 5-6 m, al di sopra delle argille marine plioceniche, nel dettaglio l'area oggetto di studio ricade nell'ambito dei depositi quaternari rappresentati da terreni di origine sia marina che continentale.

Tali sedimenti affiorano come nel nostro caso lungo tutta la fascia costiera laziale, sono in trasgressione sui terreni più antichi; in essi si passa gradualmente ad una formazione prevalentemente marina alla base della formazione costiera sub-continentale e continentale, con quantità sempre crescente e a luoghi con prevalenza di materiale di origine vulcanica verso l'alto.

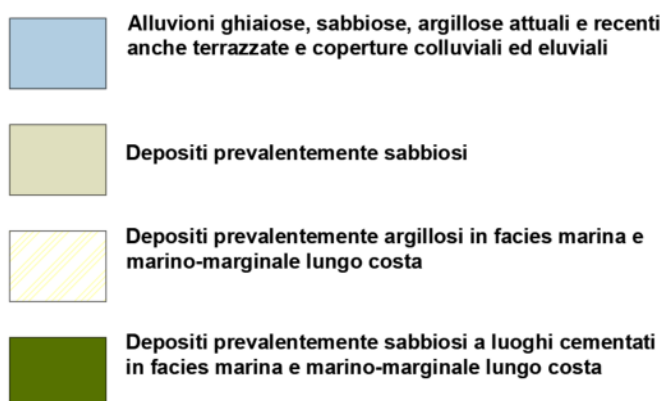
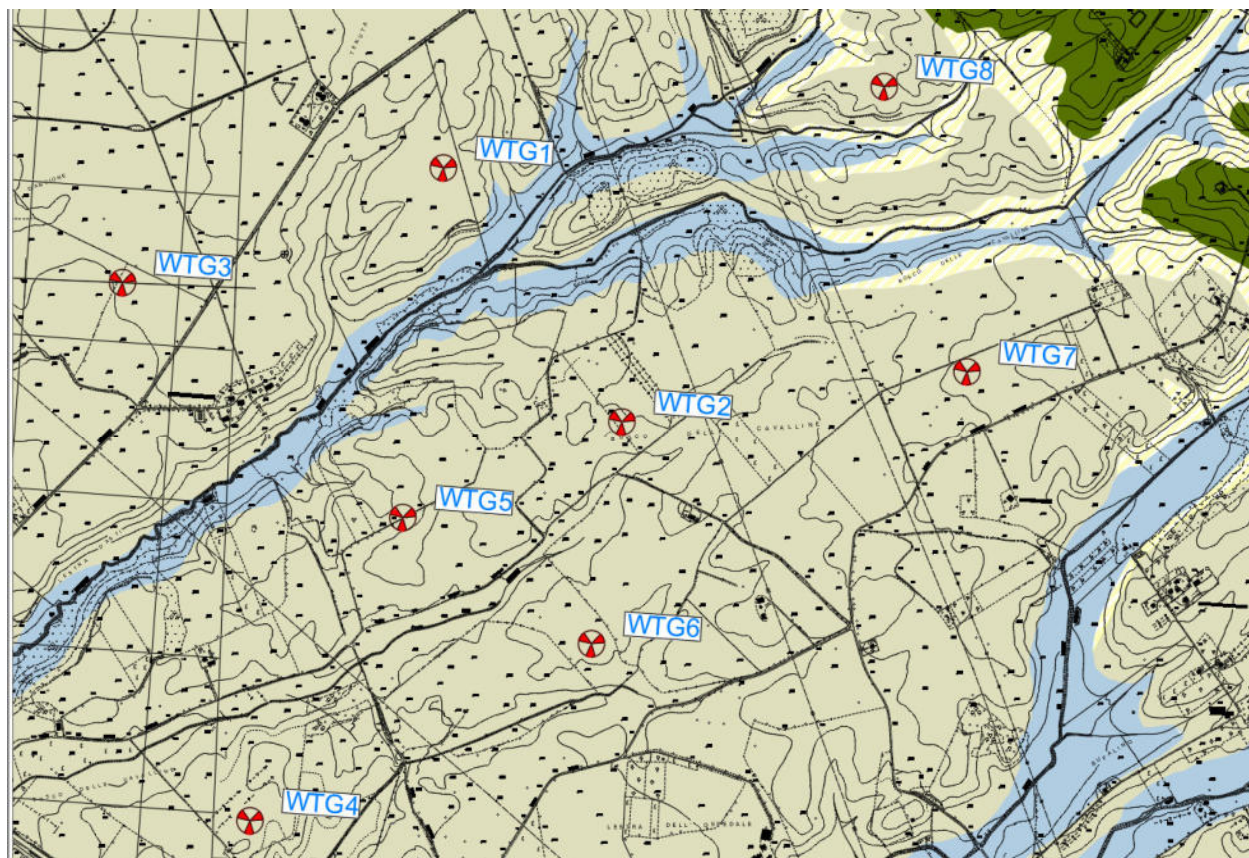
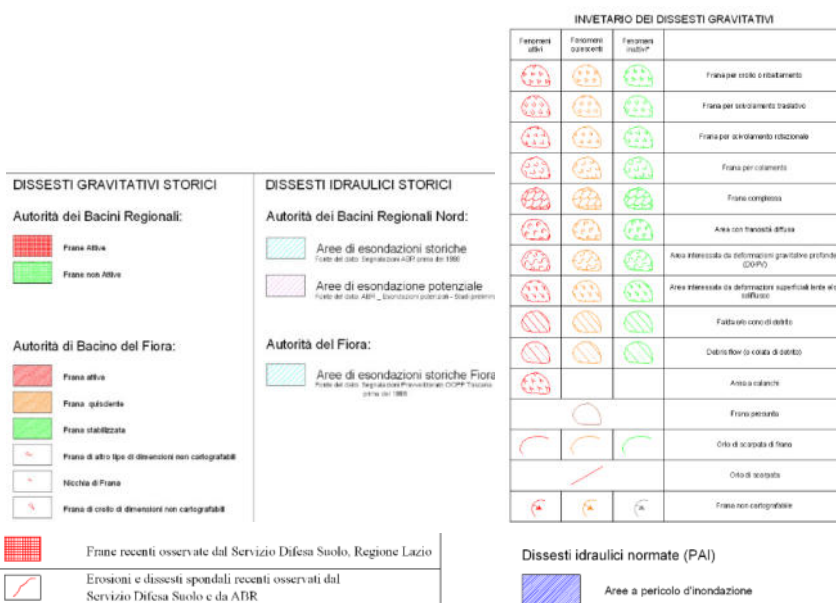
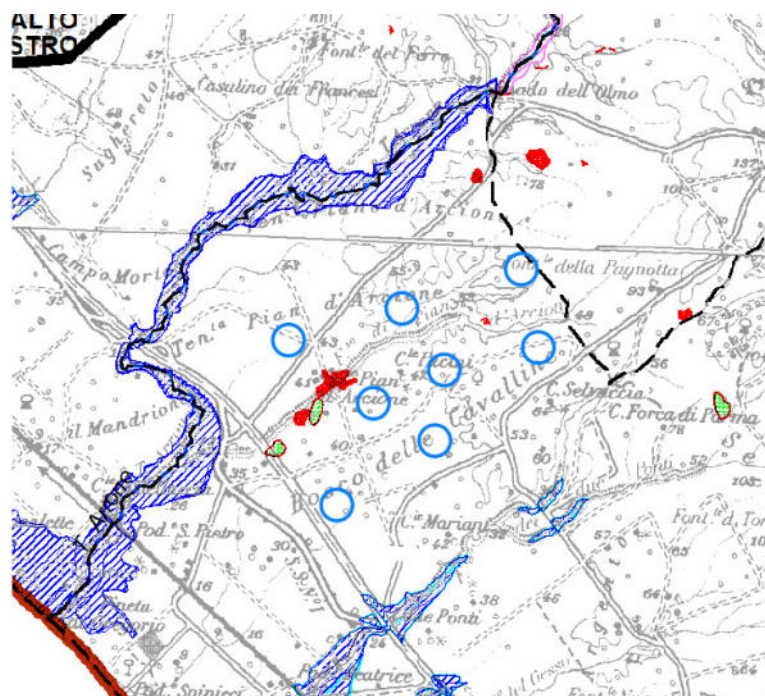


Figura 2-8: Stralcio Carta Geologica Regione Lazio

Dal punto di vista morfologico, l'area di intervento varia da una quota di 35 m slm a 55 m slm lungo un'area leggermente degradante in direzione delle aste idriche secondarie denominate Fosso delle Cavalline e torrente Arrone.



Tali aste si presentano incise nel proprio alveo e si sviluppano con andamento regolare, sub-rettilineo in direzione Nord-Est Sud-Ovest. Nel dettaglio dell'area di studio la zona presenta una morfologia sub pianeggiante posta lontano da rilievi e da elementi morfologici che possano far nutrire dubbi sulla stabilità.



Fonte Data: Regione Lazio - Banca Dati Difesa Suolo - curata dal Dott. C. Bicocchi, aggiornamento Febbraio 2003

Fonte dato: Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) rispettive Autorità di Bacino

Figura 2-9: Stralcio Tavola 1.1.4 Aree Vulnerabili dal punto di vista Idrogeologico del P.T.P.G.

Dall'analisi generale dell'area considerate le favorevoli condizioni morfologiche e tenuto conto delle caratteristiche di resistenza compressive dei materiali in presenza, non si rilevano elementi geomorfici evolutivi in grado di interferire con la struttura in oggetto, che viene ad inserirsi in un'area stabile. Le condizioni di stabilità sono confermate sia dalle strutture esistenti ormai da diversi anni che non denotano segni di dissesto e dalla "Carta inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" del P.A.I. edita dall'Autorità dei Bacini della Regione Lazio e dalla tavola 1.1.4 Arre Vulnerabili dal punto di vista Idrogeologico del P.T.P.G. della Provincia di Viterbo Assessorato ambiente e Pianificazione Territoriale.

2.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDRAULICO

Sulla base delle conoscenze acquisite è possibile formulare alcune considerazioni di carattere generale riguardo le caratteristiche idrauliche dei terreni che costituiscono il sottosuolo.

Si tratta di un complesso detritico-organogeno costituito da lenti di litologia diversa: sabbie e conglomerati misti a materiale vulcanico, argille limoso-sabbiose, marne con strati di calcare sabbioso conchigliare (Panchina). Esso è costituito da sedimenti marini litoranei riccamente fossiliferi, che specialmente verso le zone più interne, passano a ciottolami (Fosso del Sanguinaro) o proclasti (Forca di Parma) continentali o subcontinentali. Livelli tufacei veri e propri compaiono intercalati anche nella serie marina sabbiosa.

Lo spessore dei detti sedimenti raggiunge alcune decine di metri in corrispondenza dell'incisione del substrato argilloso. Il complesso comprende termini litostratigrafici appartenenti ai terrazzi marini del Pleistocene medio e superiore. I valori di permeabilità dei vari termini sono assai variabili.

In generale, rispetto al substrato argilloso su cui poggia e ai litotipi presenti in tutta l'area in studio, esso può definirsi dotato di permeabilità medio-alta e per la sua distribuzione areale continua rappresenta la principale unità idrogeologica dell'area in studio.

La falda ospitata dal complesso è generalmente libera, ma alcune particolari situazioni stratigrafiche possono consentire l'esistenza di acquiferi semi confinanti. Il tutto, infatti, è sorretto dal substrato argilloso pliocenico, impermeabile.

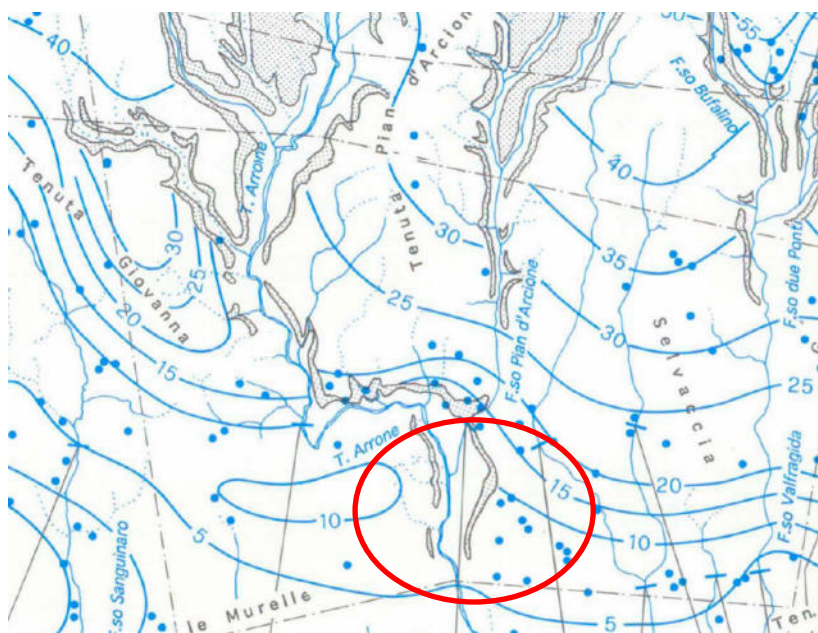


Figura 2-10: Inquadramento Idrogeologico

2.5. USO POTENZIALE DEL SUOLO (CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI)

La Tavola di Piano. n. 5.5.1, di cui si riporta uno stralcio nella successiva Figura 2-11, illustra l'uso potenziale del suolo nel territorio provinciale di Viterbo. Come mostrato in Figura 2-11, le WTGs in progetto ricadono tutte in terreni di classe 2 – Terreni coltivabili con difetti e limitazioni di media entità, di cui non risulta la trattazione nelle NTA di Piano.

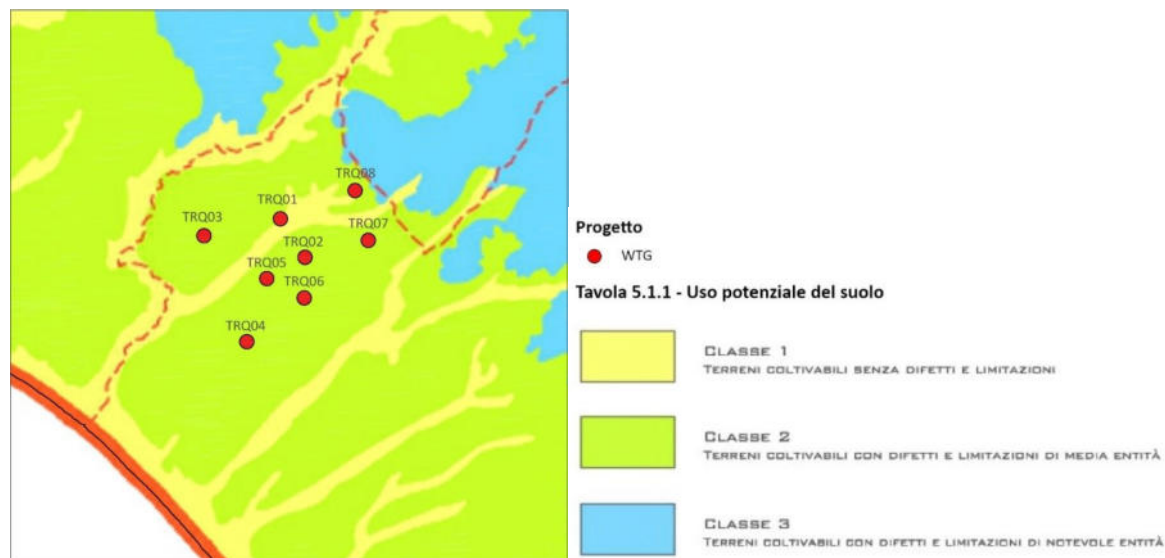


Figura 2-11: Stralcio Tavola 5.1.1 del PTPG - Uso potenziale del suolo (Classificazione dei terreni)

2.6. RICOGNIZIONE DEI SITI A RISCHIO POTENZIALE DI INQUINAMENTO

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

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

Si segnala, inoltre, che nell'area parco, nonché nei settori di posa del cavidotto e della sottostazione elettrica sono assenti formazioni rocciose metabasitiche possibili recettrici di asbesto (minerali fibrosi, ottenuti da rocce metamorfiche). La normativa italiana riconosce e regola come asbestiformi minerali appartenenti sia al gruppo degli anfiboli [crocidolite, amosite (amianto bruno), antofillite, actinolite, termolite], notoriamente pericoloso per la salute umana.



3. 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 cabina di smistamento utente ed in seguito a una di connessione sita nel territorio comunale di Tuscania dove è localizzata anche la Stazione RTN per la connessione finale.

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.

3.1. VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE TORRI

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

In particolare i collegamenti tra le diverse piazzole sfrutteranno due strade sterrate (SP208 e Strada dei Due Cancelli Selvaccia) che attraversano il parco in direzione nord-est sud-ovest. Entrambe le strade sopra menzionate confluiscono a sud sulla SS1 ed a nord sulla SP4 che costituiscono le principali vie di accesso al parco. Laddove necessario tali strade saranno localmente adeguate al trasporto delle componenti degli aerogeneratori. Lavori di adeguamento saranno da eseguire anche negli svincoli di intersezione sulla SS1, in particolare l'innesto della viabilità di collegamento delle torri TARQ_01, TARQ_03 e TARQ_08 (strada SP208) dovrà essere attentamente studiato e richiederà un discostamento dal punto di intersezione attuale (si veda elaborato grafico 2800_5100_TARQ1_PD_T05.1_Rev0 VIABILITA' ESISTENTE - RAMO OVEST - PLANIMETRIA DI PROGETTO E TRACCIAMENTO).

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 mentre allegato alla presente relazione si riporta il documento tecnico del produttore (D2165151_007 SGRE ON SG 6.2-170 Site roads and Hardstands).



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

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

Il corpo stradale sarà realizzato secondo le seguenti modalità:

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

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

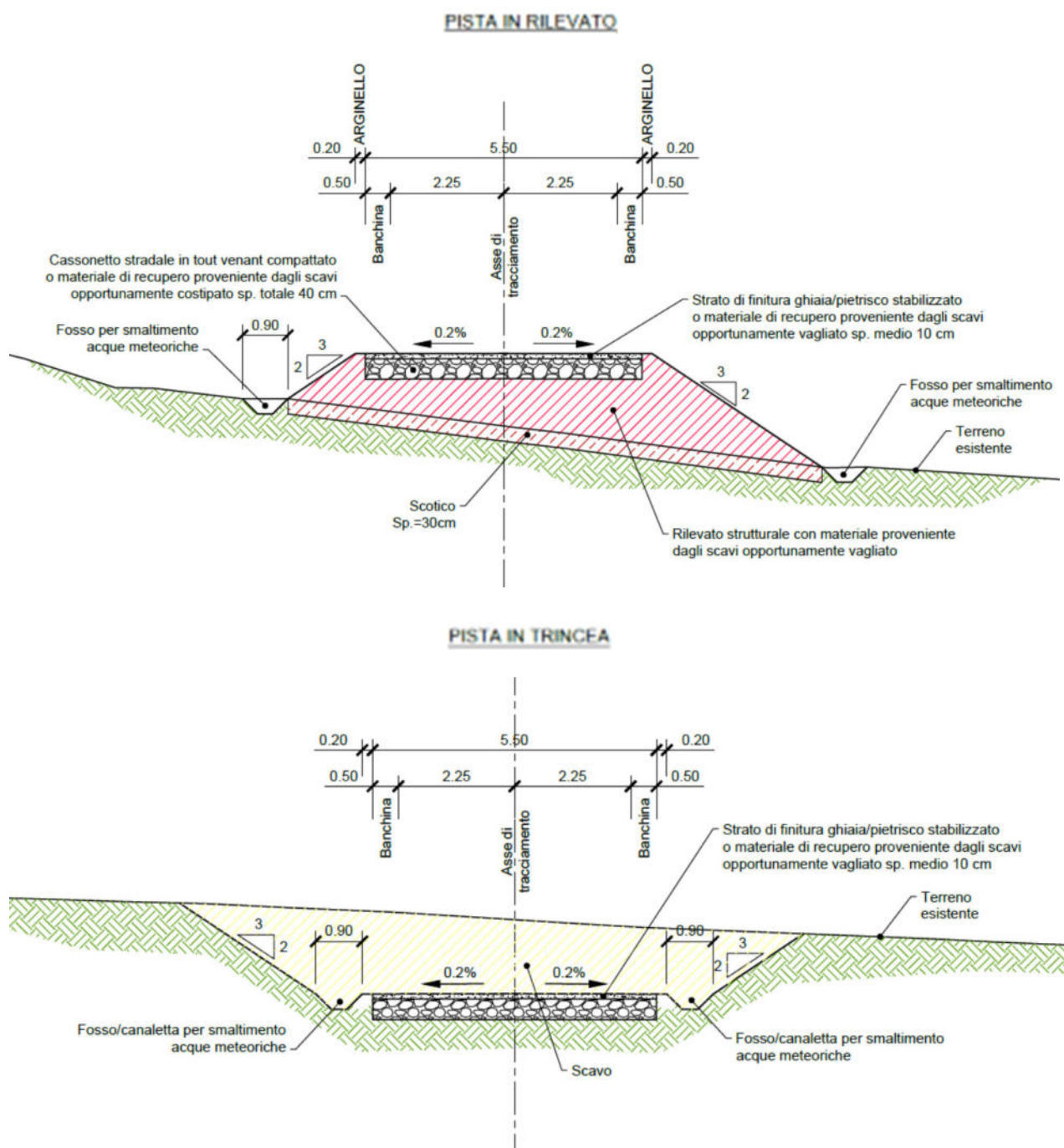


Figura 3.1 – Sezione tipo piste di accesso

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.

3.2. 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.

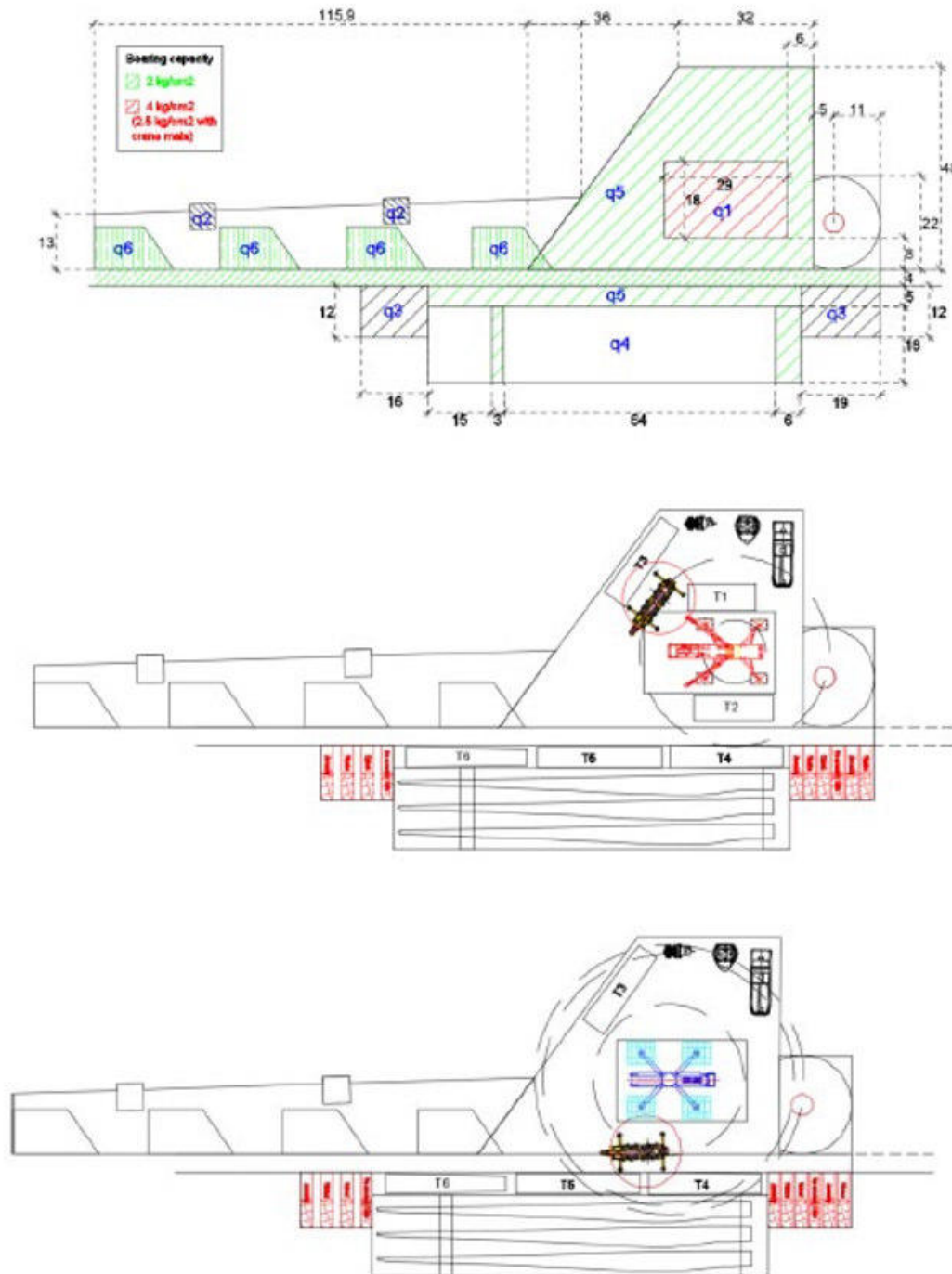


Figura 3.2 – tipologico per il sistema di montaggio "Partial storage"

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

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

Si riporta di seguito una sezione tipo delle piazzole.

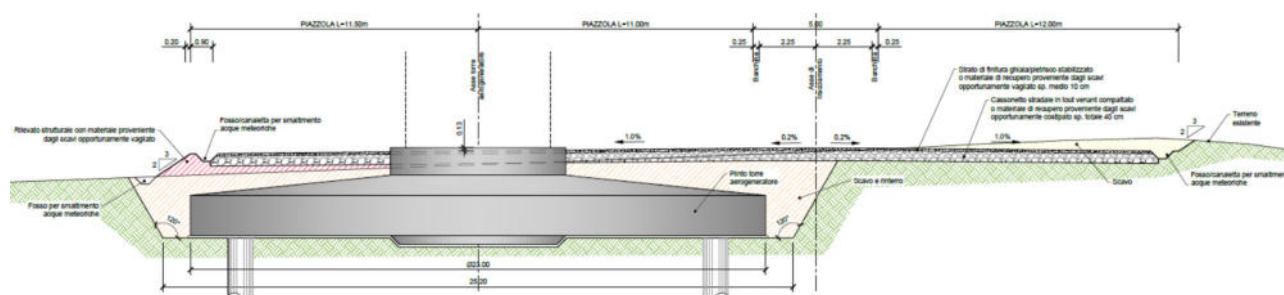


Figura 3.3 – Sezione tipo piazzole

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

- Area destinata al posizionamento della gru principale = 3 kg/cmq
- Area per lo stoccaggio degli elementi = 2 kg/cmq
- Punti di appoggio dei cavalletti per lo stoccaggio delle pale = 2 kg/cmq
- Le rimanti aree devono avere semplicemente una superficie più o meno piana e libera da ostacoli

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

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



3.3. 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 2100mq 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 TRQ_03 e TRQ_06.

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.

3.4. PLINTI DI FONDAZIONE

I plinti di fondazione in calcestruzzo armato hanno la funzione di scaricare sul terreno il peso proprio e quello del carico di vento dell'impianto di energia eolica. Ad opera ultimata la fondazione risulterà totalmente interrata con materiale di cava o terra di riporto proveniente dagli scavi opportunamente rullata e compattata se ritenuta idonea, sulla superficie della terra verrà disposto uno strato di ghiaietto che ne permetterà il drenaggio superficiale e quindi la carrabilità. Le fondazioni saranno realizzate con calcestruzzo avente classe di resistenza variabile, C35/45 per il getto della prima fase e C45/55 per il getto della seconda (sopralzo), come indicato nella relazione di calcolo preliminare e negli elaborati di progetto (vedi tav. 2800_5100_TARQ1_PD_T06_Rev0 TIPOLOGICO AEROGENERATORE). Il getto della fondazione verrà realizzato su uno strato di magrone di pulizia con classe di resistenza C16/20 dello spessore minimo di 10 cm. Le armature saranno costituite da acciaio ad aderenza migliorata B450C.

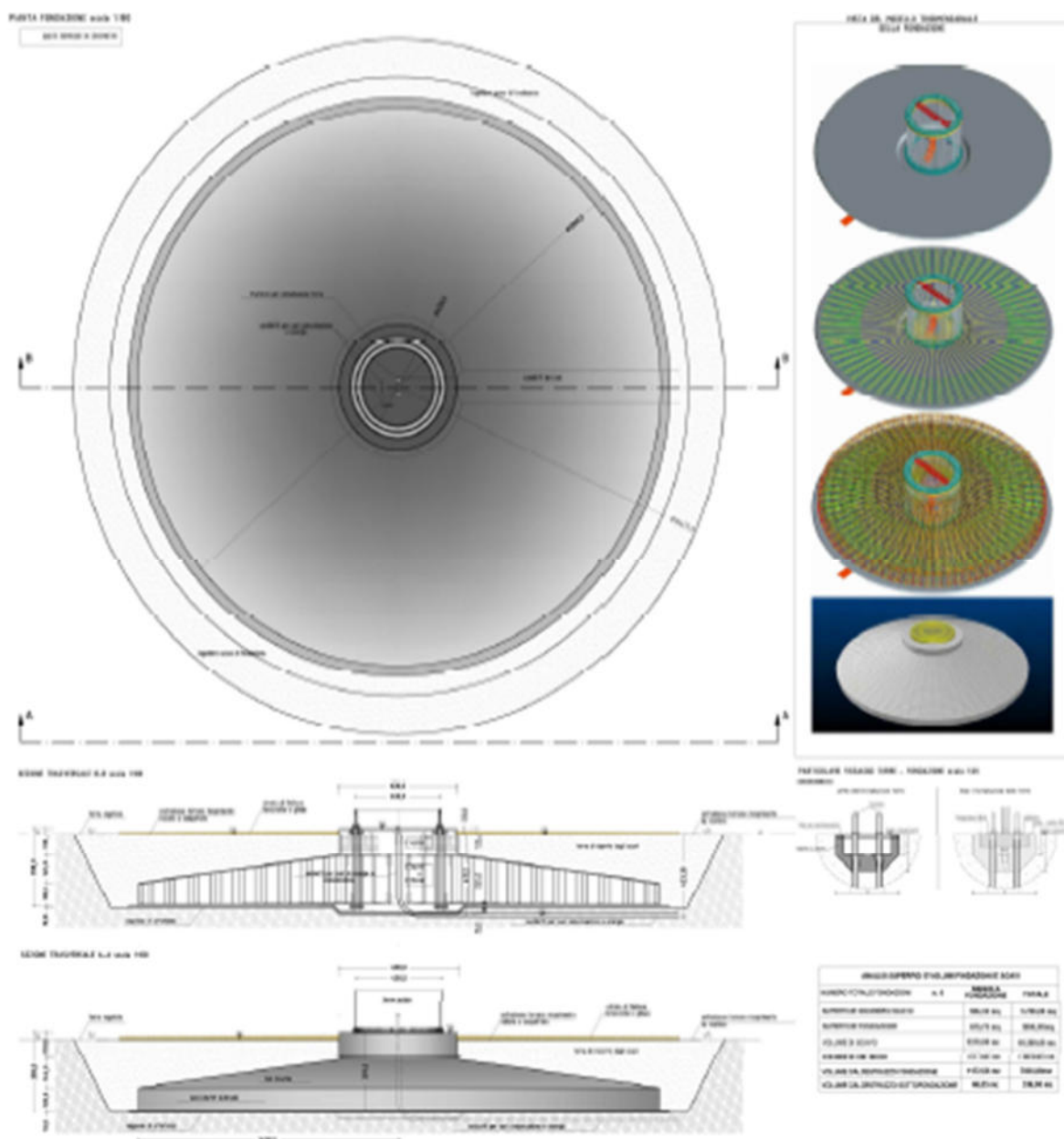


Figura 3.4 – Pianta e sezione tipo fondazioni

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 1200mm e lunghezza pari a 25 m. I pali saranno disposti su due circonferenze concentriche in numero di 6 e in numero di 12 rispettivamente sulla circonferenza interna ed esterna. L'ancoraggio della torre alla fondazione garantirà la trasmissione sia delle forze che dei momenti agenti lungo tutte e tre le direzioni del sistema di riferimento adottato. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo preliminare e agli elaborati grafici di riferimento.

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

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

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



Realizzazione pali trivellati



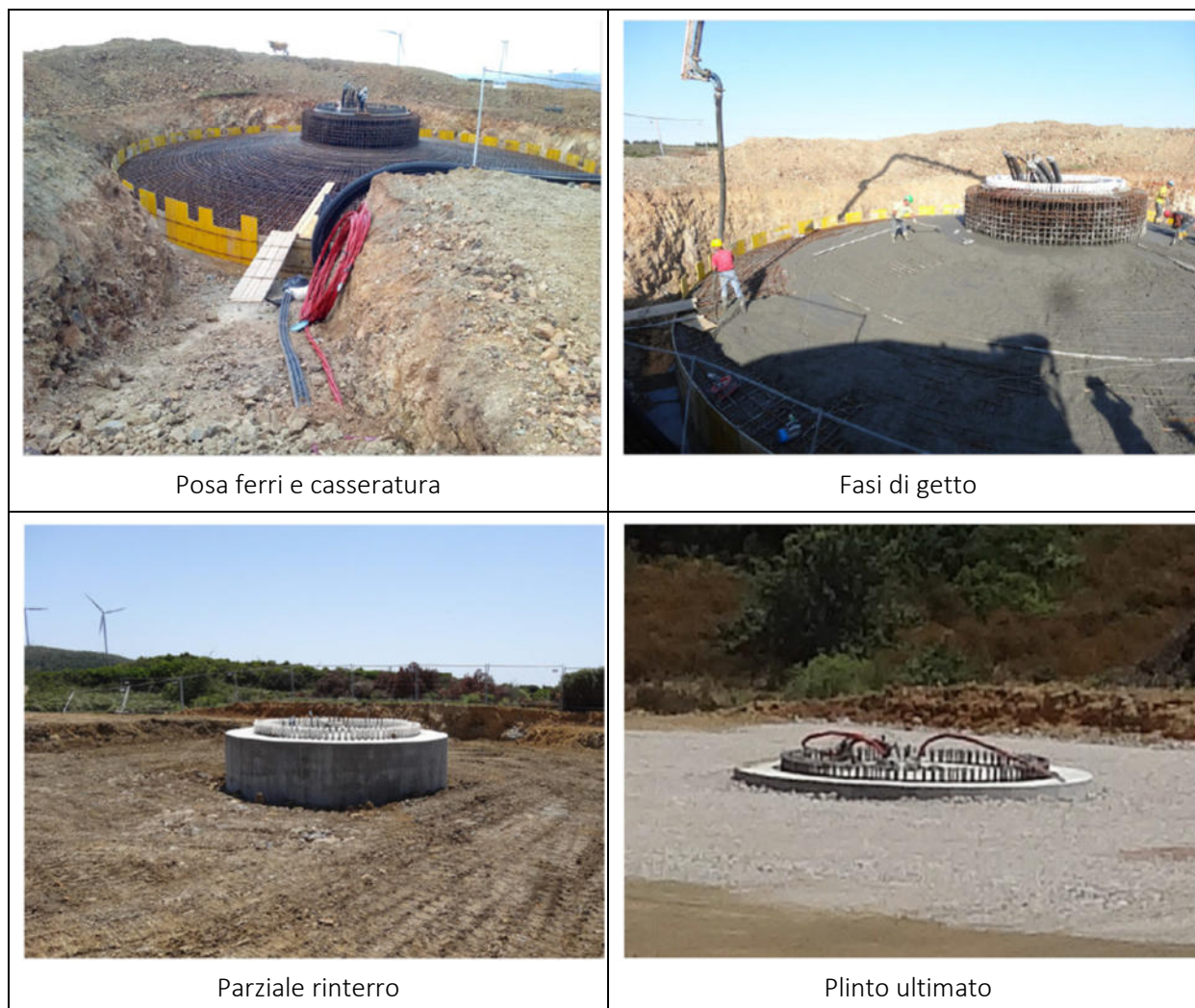
scavo



Scapitozzatura dei pali



Getto magrone di pulizia



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

3.5. AEROGENERATORI

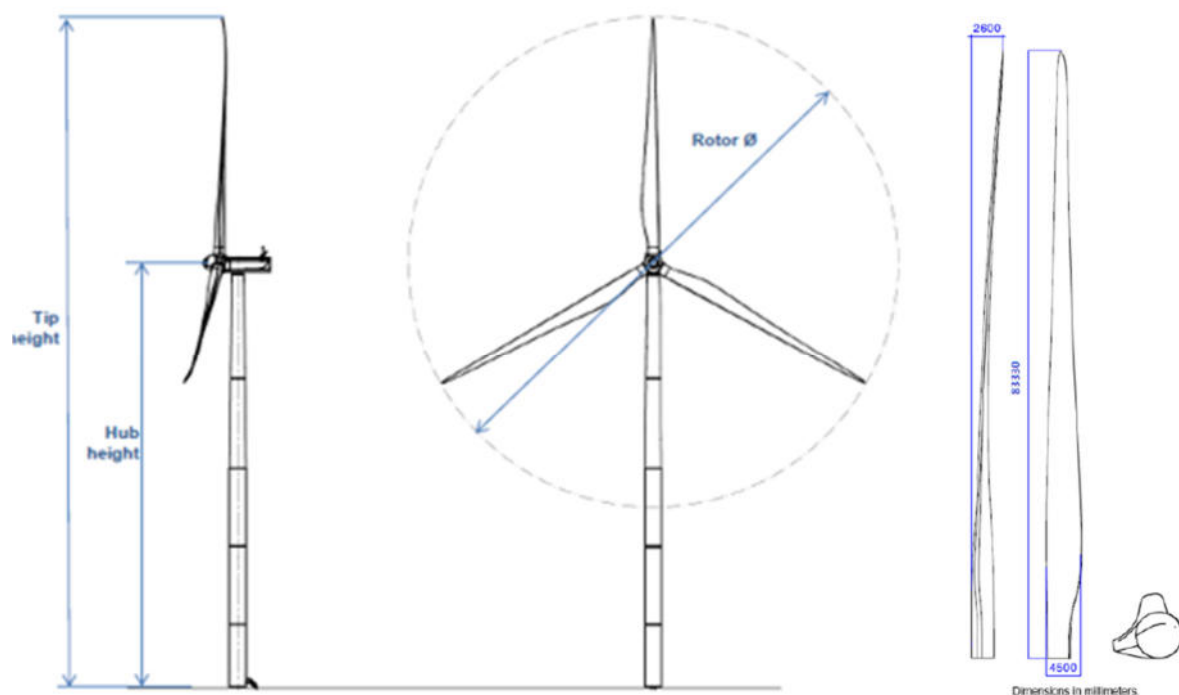
Un aerogeneratore ha la funzione di convertire l'energia cinetica del vento prima in energia meccanica e successivamente in energia elettrica.

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 3.5 - Struttura aerogeneratore

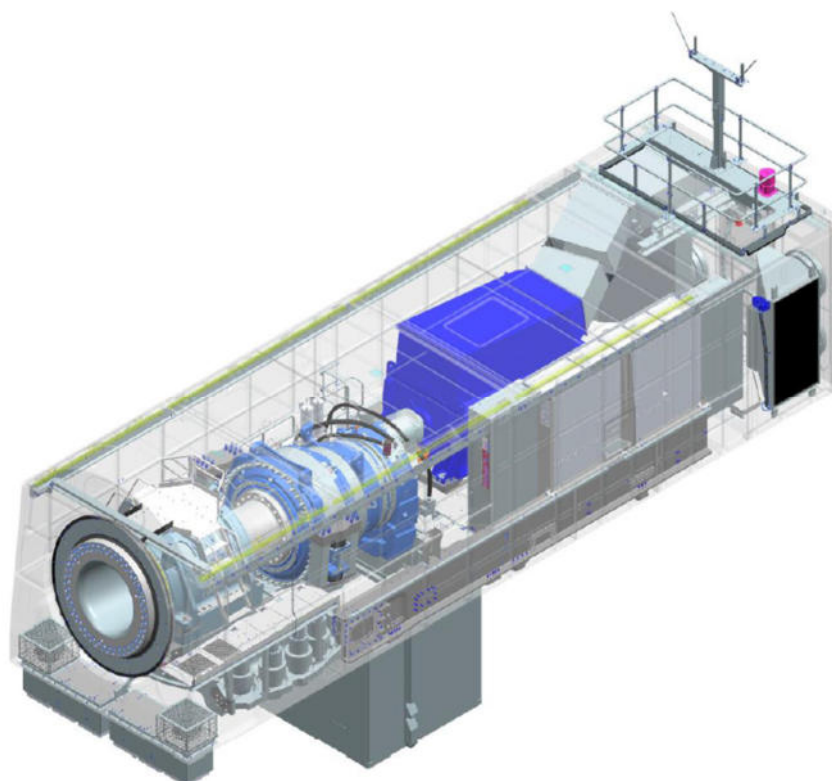


Figura 3.6 - Struttura navicella

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.

3.6. CAVIDOTTI

Il tracciato di connessione delle diverse torri e del parco eolico con la rete nazionale è riportato nell'elaborato grafico allegato al progetto. Il collegamento sarà realizzato mediante linee interrato. La realizzazione del cavidotto di collegamento degli aerogeneratori alla cabina di smistamento utente avverrà totalmente lungo tracciati stradali esistenti e/o nuovi tratti in progetto. Oltre alle piste di nuova realizzazione che uniscono le varie piazzole con le strade pubbliche esistenti, si dovranno quindi percorrere tratti delle strade interne al parco e ulteriori tratti di strade esterne per raggiungere la cabina di connessione, sita nei pressi della stazione elettrica 380/150 kV denominata "Tuscania". Nella seguente tabella si riassumono i vari tratti di cavidotto su suolo pubblico con indicate le lunghezze, le strade e i comuni interessati.



Tabella 3.1: segmenti cavidotto

	LUNGHEZZA (m)	STRADA	COMUNE
tratto su pista TRQ_01	1.190,0	Sterrata	Tarquinia
tratto su pista TRQ_03	128,5	Sterrata	Tarquinia
tratto esistente OVEST-1	3.365,0	Sterrata	Tarquinia
tratto su pista TRQ_08	1.621,0	Sterrata	Tarquinia
tratto esistente OVEST-2	597,0	Sterrata	Tarquinia
tratto esistente OVEST-3	3.491,0	asfalto (SP4)	Tarquinia
tratto su pista TRQ_04	547,0	Sterrata	Tarquinia
tratto esistente EST-1	1.403,5	Sterrata	Tarquinia
tratto su pista TRQ_05	491,0	Sterrata	Tarquinia
tratto su pista TRQ_06	312,5	Sterrata	Tarquinia
tratto su pista TRQ_02	215,0	Sterrata	Tarquinia
tratto esistente EST-2	1.486,0	Sterrata	Tarquinia
tratto su pista TRQ_07	230,0	Sterrata	Tarquinia
tratto esistente EST-3	4.655,0	Sterrata	Tarquinia
tratto da cabina di smistamento a cabina connessione	12.154,0	asfalto SP4 e SP3	Tarquinia Tuscania
tratto da cabina di smistamento a cabina connessione - sterrato	1.044,0	Sterrata	Tuscania
tratto da cabina connessione a stazione terna	190,0	sterrata	Tuscania

Le interferenze che il cavidotto incontra lungo il suo percorso sono descritte nell'apposito elaborato "2800_5100_ICAS1_PD_R08_T02_Rev0_CARTOGRAFIA DEGLI ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI".

Per il collegamento degli 8 aerogeneratori e per la connessione fra le cabine e la SE sarà necessario realizzare circa 34.000 m di cavidotti interrati con una profondità minima di 1,30 m e massima 1,8 m una larghezza compresa tra un minimo di 0,9 m e un massimo di 2 m.

Lo scavo ospiterà, da 1 a 4 terne di cavi tipo airbag, 1 tubo dal diametro di 250 mm per la rete di controllo degli aerogeneratori e una corda di rame nuda di sezione 70 mm².

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

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

Di seguito si riassumono le principali fasi esecutive:

- Apertura dello scavo a sezione obbligata (profondità minima di 1,30 m massima 1,8 m e larghezza compresa tra un minimo di 0,9 m e un massimo di 2,5 m);
- Stesura di un primo strato di sabbia (circa 10 cm);



- Posa in opera dei vari cavi alle diverse quote di progetto e ultimazione ricoprimento con sabbia vagliata;
- Stesura di un secondo strato di sabbia (circa 10 cm);
- Posa di una protezione meccanica supplementare realizzata con gettata di magrone (circa 5 cm);
- Rinterro parziale con materiale proveniente dagli scavi con inframezzati nastri segnalatori;
- Posa del pacchetto di rifinitura in funzione della tipologia della superficie (se richiesto).

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

3.7. SISTEMA DI CONNESSIONE

La soluzione per la connessione ipotizzata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna alla nuova sezione 36 kV di futura realizzazione all'interno della Stazione Elettrica (SE) denominata "Tuscania", nel territorio comunale di Tuscania. La connessione verrà realizzata mediante due linee cavo interrato 36 kV di lunghezza pari a circa 200 m di collegamento tra lo stallo dedicato in stazione Terna e la cabina di connessione utente esercita a 36 kV.

Per il collegamento degli aerogeneratori alla SE è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- 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;
- Cavidotto 36 kV, composto da 4 linee che collegheranno la cabina di smistamento con la cabina di connessione sita nei pressi della SE "Tuscania";
- 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" raggruppandoli anche in funzione del percorso dell'elettrodotta, contenendo le perdite ed ottimizzando 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, contenendo, comunque, il numero di attraversamenti, si è cercato di evitare la posa dei cavi elettrici dal lato più soggetto a frane e smottamenti).

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



3.8. SISTEMA BESS

Il sistema BESS (Battery Energy Storage System) è un impianto di accumulo elettrochimico di energia, costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia elettrica ed alla conversione bidirezionale della stessa al livello di tensione della rete.

La tecnologia di accumulatori elettrochimici (batterie) è composta da celle agli ioni di litio. Di seguito è riportata la lista dei componenti principali del sistema BESS:

- Celle agli ioni di litio assemblati in moduli e armadi (Assemblato Batterie)
- Sistema bidirezionale di conversione DC/AC (PCS)
- Trasformatori di potenza 36 kV/BT
- Quadro Elettrico di sezionamento MT
- Sistema di gestione e controllo locale di assemblato batterie (BMS)
- Sistema locale di gestione e controllo integrato di impianto (SCI) - assicura il corretto funzionamento di ogni unità azionata da PCS
- Sistema Centrale di Supervisione (SCCI)
- Servizi Ausiliari
- Sistemi di protezione elettriche
- Cavi di potenza e di segnale
- Container equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi

Il sistema BESS è in grado di fornire diversi servizi di regolazione di frequenza e bilanciamento alla rete elettrica nazionale. Eventualmente potrà effettuare altri servizi ancillari di rete, solo su richiesta del TSO nel punto di connessione.

La modularità del sistema di accumulo in termini energetici varia in base al fornitore del sistema scelto, ma in linea generale prevede l'incremento (o decremento) della quota di armadi rack batteria e container ISO40 installati; la modularità del sistema in termini di potenza immettibile in rete prevede l'incremento (o decremento) delle unità di conversione e trasformazione PCS.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria e containers dipenderà dal fornitore dello stesso e sua densità di potenza, oltre che dalla capacità di accumulo prevista. Tipicamente gli impianti BESS sono dimensionati in termini di ore di autonomia rispetto alla potenza nominale dello stesso, indicativamente da 1 a 8 h, secondo l'esigenza.

La tecnologia di installazione nell'impianto integrato prevede unità aventi una potenza unitaria di circa 6 MW. Le singole unità combinate tra loro attraverso una distribuzione interna di impianto a 36 kV costituiranno l'intero sistema di accumulo. Ogni unità sarà costituita dai principali componenti quali trasformatori 36 kV/BT e inverter (che costituiscono l'unità di trasformazione e conversione PCS), a cui sono abbinati un certo numero di moduli batteria dimensionati rispetto al valore di autonomia di progetto (attraverso opportuni collegamenti serie e parallelo dei singoli moduli).

Di seguito una semplice rappresentazione grafica di una unità di accumulo standard.

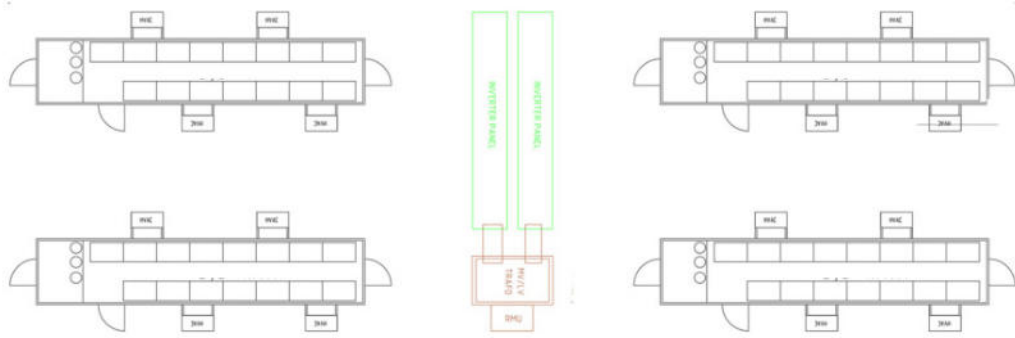


Figura 3.7.1: Layout tipico di una unità di accumulo



4. FASI ESECUTIVE

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

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

Per quanto sopra descritto si ipotizza siano necessari circa 24 mesi di lavoro.

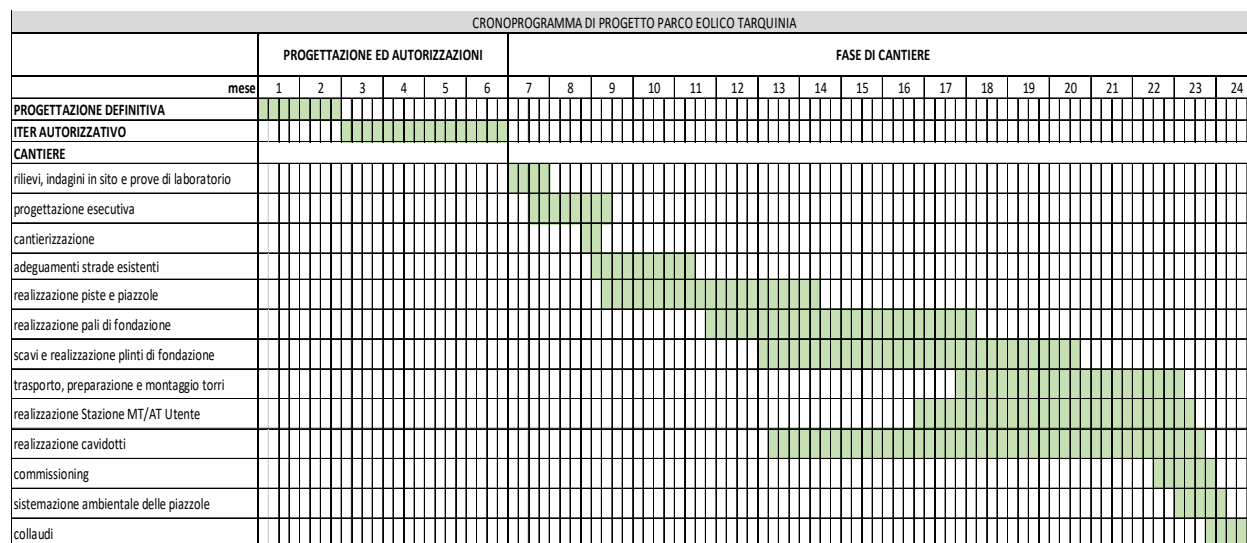


Figura 4.1 - Cronoprogramma



5. DISMISSIONI

5.1. 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 rinverdate e mitigate. Gli interventi di dismissione riguarderanno tutte le aree realizzate durante il cantiere per permettere il passaggio, la movimentazione e lo stoccaggio di tutte le componenti di grandi dimensioni. Saranno quindi rinverdate e mitigate tutte quelle aree utilizzate, ad esempio, per lo stoccaggio delle pale, per il posizionamento delle gru principali e ausiliare e per tutte le aree riservate alla logistica. Saranno rimossi anche tutti gli allargamenti delle strade e delle piste non necessari per il transito dei mezzi di manutenzione ordinaria.

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

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

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

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

5.2. DIMISSIONE IMPIANTO

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

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

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

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

Da questa operazione verranno selezionati i componenti:

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

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



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

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

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

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

Tutte le operazioni comportano un ripristino della situazione ante operam.

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

Di seguito si riporta un elenco delle principali lavorazioni da svolgere, dettagliatamente descritte nell'elaborato dedicato "2800_5100_TARQ1_PD_R21_Rev0_PIANO DI DISMISSIONE".

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

Complessivamente si stima che il costo totale delle opere di disattivazione e smantellamento sia pari a circa euro 2.744.617,69. Il dettaglio dei costi è riportato nel computo metrico allegato al Piano di dismissione.



6. COSTI

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

Tabella 6.1: Quadro economico

SKI 31 S.R.L. - WIND FARM TARQUINIA IMPIANTO EOLICO DA 52,8 MW E SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW				
QUADRO ECONOMICO				
DESCRIZIONE	Importo (€)	IVA %	Importo IVA (€)	Importo totale € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI				
A.1) Interventi previsti	€ 96.956.847,01	10%	€ 9.695.684,70	€ 106.652.531,71
A.2) Oneri per la sicurezza	€ 1.940.347,02	10%	€ 194.034,70	€ 2.134.381,73
A.3) Opere di mitigazione	€ 60.504,21	10%	€ 6.050,42	€ 66.554,63
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	€ 110.000,00	22%	€ 24.200,00	€ 134.200,00
A.5) Opere connesse (STMG)	€ 67.932,00	22%	€ 14.945,04	€ 82.877,04
TOTALE A	€ 99.135.630,24			€ 109.070.545,11
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)	€ 1.982.712,60	22%	€ 436.196,77	€ 2.418.909,38
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	€ 150.000,00	22%	€ 33.000,00	€ 183.000,00
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	€ 100.000,00	22%	€ 22.000,00	€ 122.000,00
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti	€ 80.000,00	22%	€ 17.600,00	€ 97.600,00
B.5) Oneri di legge su spese tecniche (B.1, B.2, B.3 e B4)	€ 92.508,50	22%	€ 20.351,87	€ 112.860,38
B.6) Imprevisti 1%	€ 991.356,30	22%	€ 218.098,39	€ 1.209.454,69
B.7) Spese varie	€ 2.744.617,69	22%	€ 603.815,89	€ 3.348.433,59
TOTALE B	€ 6.141.195,11			€ 7.492.258,03
COSTO TOTALE REALIZZAZIONE (A+B)	€ 105.276.825,35			€ 116.562.803,14

Per la descrizione dettagliata delle singole voci e dei relativi prezzi delle fasi realizzative si rimanda all'elaborato "2800_5100_TARQ1_PD_R02_Rev0_COMPUTO METRICO ESTIMATIVO" mentre per le voci inerenti alle fasi di dismissione si fa riferimento al documento "2800_5100_TARQ1_PD_R21_Rev0 PIANO DI DISMISSIONE" ed al relativo computo allegato.



ALLEGATO 1 - SG 6.2-170 Site roads and Hardstands

Generic Site Roads and Hardstands requirements

SG 6.2-170

Document ID and revision	Status	Date (yyyy-mm-dd)	Language
D2165151/007	Approved	2021-11-22	en-US

Original or translation of
Original

File name
D2165151_007- SG 6.2-170 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	7
2. Definitions and acronyms	9
3. Description	10
3.1. Roads	10
3.1.1. Reference legislation	10
3.1.2. Design of the windfarm internal roads	10
3.1.3. Road composition and structure	10
3.1.4. Road width	12
3.1.5. Turning Radius – General	14
3.1.6. Gradients and grade changes	15
Passing areas and turning points	18
3.1.7.	18
3.1.8. Drainage	18
3.2. Hardstands	19
3.2.1. Hardstand design	19
3.2.2. Bearing capacity	19
3.2.3. Hardstand composition and structure	20
Hardstand gradients	21
3.2.4.	21
3.2.5. Hardstand dimensions	21
3.2.6. Requirements for tower assembly with T-flange configuration between section 1 and 2	23
Requirements for assembly the main crane	23
3.2.7.	23
3.3. Areas for Tag Lines	26
3.4. Safety distance from power lines	27
4. Additional documentation	30
5. Annexes	31
5.1. Weights and dimensions for SG 6.2-170	31
5.2. Transport requirements	35
5.3. Quality tests and requirements for civil works projects	39
5.4. Legislations	39
5.5. Hardstand dimensions	40

Table index

Table 1 WTG models	7
Table 2 SGRE strategies	7
Table 3 components of each strategy	8
Table 4 Acronyms and definitions	9
Table 5 Minimum road width in access and internal roads	12
Table 6 Gradients and grade changes	15
Table 7 Load- bearing capacity (kg/cm ²)	19
Table 8 Hardstand gradients (%).....	21
Table 9 Installation area codes and description	21
Table 10 Requirements for assembly the main crane	24
Table 11 Safety distance from power lines to work areas	29
Table 12 Weights and dimensions of T100m	31
Table 13 Weights and dimensions of T101.5m	31
Table 14 Weights and dimensions of T115m	32
Table 15 Weights and dimensions of T135m	32
Table 16 Weights and dimensions of T145m	32
Table 17 Weights and dimensions of T155m	33
Table 18 Weights and dimensions of T165 MB.....	33
Table 18 Weights and dimensions of T165 MB.....	33
Table 19 Weights and dimensions of T100m – Self offloading	33
Table 20 Weights and dimensions of T115m – Self offloading	34
Table 21 Weights and dimensions of T135m – Self offloading	34
Table 22 Weights and dimensions of T145m – Self offloading	34
Table 23 Weights and dimensions of T155m – Self offloading	35
Table 24 Weights and dimensions of T165m MB – Self offloading.....	35
Table 25 Weights and dimensions of Nacelle	35
Table 26 Weights and dimensions of Full Drive Train	35
Table 27 Weights and dimensions of HUB	35
Table 28 Weights and dimensions of Blades	35
Table 29 Weights and dimensions of Transformer unit.....	35
Table 30 Weights and dimensions of Generator	35
Table 31 Dimensions of the areas of model T100m with strategy 3 – Tailing crane offloading	40
Table 32 Dimensions of the areas of model T100m with strategy 4 – Tailing crane offloading	43
Table 33 Dimensions of the areas of model T101.5m with strategy 3 – Tailing crane offloading	46
Table 34 Dimensions of the areas of model T101.5m with strategy 4 – Tailing crane offloading	49
Table 35 Dimensions of the areas of model T115m with strategy 3 – Tailing crane offloading	52
Table 36 Dimensions of the areas of model T115m with strategy 4 – Tailing crane offloading	55
Table 37 Dimensions of the areas of model T135m with strategy 3 – Tailing crane offloading	58
Table 38 Dimensions of the areas of model T135m with strategy 4 – Tailing crane offloading	61

Table 39 Dimensions of the areas of model T145m with strategy 3 – Tailing crane offloading	64
Table 40 Dimensions of the areas of model T145m with strategy 4 – Tailing crane offloading	67
Table 41 Dimensions of the areas of model T155m with strategy 3 – Tailing crane offloading	70
Table 42 Dimensions of the areas of model T155m with strategy 4 – Tailing crane offloading	73
Table 43 Dimensions of the areas of model T165m MB – WT with strategy 3 – Tailing crane offloading	76
Table 44 Dimensions of the areas of model T165m MB – WT with strategy 4 – Tailing crane offloading	79
Table 45 Dimensions of the areas of JIT storage – Tailing crane offloading	82
Table 46 Dimensions of the areas of model T100m with strategy 4 – Self offloading	84
Table 47 Dimensions of the areas of model T115m with strategy 4 – Self offloading	86
Table 48 Dimensions of the areas of model T135m with strategy 4 – Self offloading	88
Table 49 Dimensions of the areas of model T145m with strategy 4 – Self offloading	90
Table 50 Dimensions of the areas of model T155m with strategy 4 – Self offloading	92
Table 51 Dimensions of the areas of model T165m MB with strategy 4 – Self offloading	94

Figure index

Figure 1 Minimum road width in access and internal roads	13
Figure 2 Curve widening	14
Figure 3 Transitions between gradient changes.....	16
Figure 4 The most restrictive transport and its respective KV	17
Figure 5 Turning point geometry suggestion	18
Figure 6 Example of hardstand layout and access road/ramp	23
Figure 7 Distribution areas for main crane boom assembly	25
Figure 8 Boom assembly on flat and hilly terrain.....	25
Figure 9 Indicative drawing of area requirements for the use of tag lines with single blade installation method.....	27
Figure 10 Model T100m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	41
Figure 11 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases	42
Figure 12 Model T100m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	44
Figure 13 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases	45
Figure 14 Model T101.5m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	47
Figure 15 Model T101.5m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases	48
Figure 16 Model T101.5m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	50
Figure 17 Model T101.5m – Partial storage assembling with strategy 4 in 1 phase	51
Figure 18 Model T115m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	53
Figure 19 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases	54
Figure 20 Model T115m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	56
Figure 21 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases	57
Figure 22 Model T135m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	59
Figure 23 Model T135m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases.....	60
Figure 26 Model T135m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	62
Figure 27 Model T135m -.Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases.....	63
Figure 30 Model T145m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	65
Figure 31 Model T145m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases.....	66
Figure 34 Model T145m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	68
Figure 35 Model T145m -.Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases.....	69
Figure 38 Model T155m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	71
Figure 39 Model T155m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases.....	72
Figure 42 Model T155m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	74
Figure 43 Model T155m -.Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases.....	75
Figure 46 Model T165m MB – WT – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase	77
Figure 47 Model T165m MB – WT – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases	78
Figure 48 Model T165m MB – WT – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase	80
Figure 49 Model T165m MB – WT – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases	81
Figure 50 JIT storage reference hardstand	83
Figure 51 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading	85

Figure 52 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading87

Figure 53 Model T135m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading89

Figure 54 Model T145m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading91

Figure 55 Model T155m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading93

Figure 56 Model T165m MB – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading.....95

1. Aim and scope

The aim of this specification is to describe the minimum geometrical requirements of the roads and platforms required for a safe component transportation and assembly of the wind turbines. Additionally, it includes the minimum deliverables that will be needed from SGRE to start with the transportation and erection works. The scope includes all W.F. with the following WTG models and erection strategies:

Tower	No. of tubular steel section	Power	Blade
T100	4	6.2	SG170
T101.5	6	6.2	
T115	5	6.2	
T135	6	6.2	
T145	8	6.2	
T155	8	6.2	
T165MB	2	6.2	

Table 1 WTG models

Tower	STG3	STG4 (SGRE Standard)
T100	✓	✓
T101.5	✓	✓
T115	✓	✓
T135	✓	✓
T145	✓	✓
T155	✓	✓
T165MB	✓	✓

Table 2 SGRE strategies

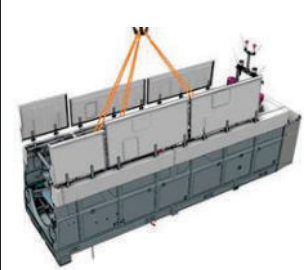


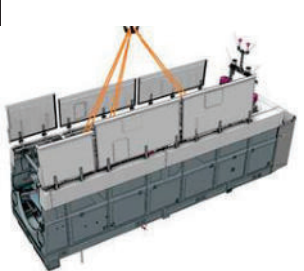



Strategy	Nacelle	DT	Hub	Blade
Strategy 3	Modular 	DT/Hub 		Blade To Blade (SBI) 
Strategy 4	Modular 	DT 	Hub 	BladeTo Blade (SBI) 

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.

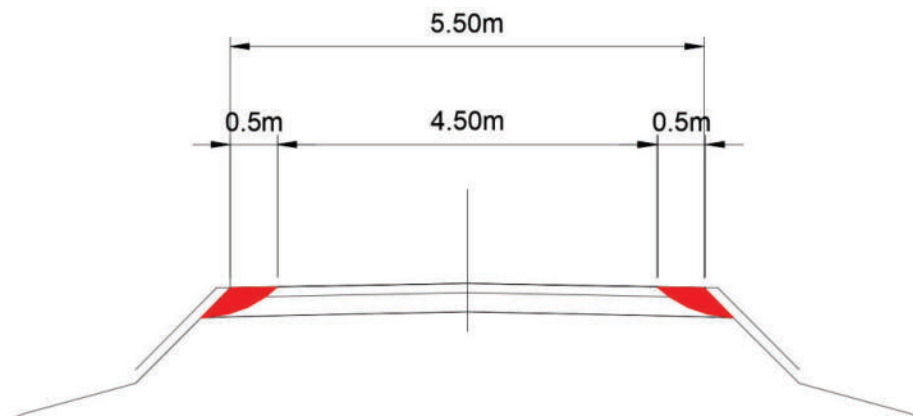
3.1.4. Road width

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

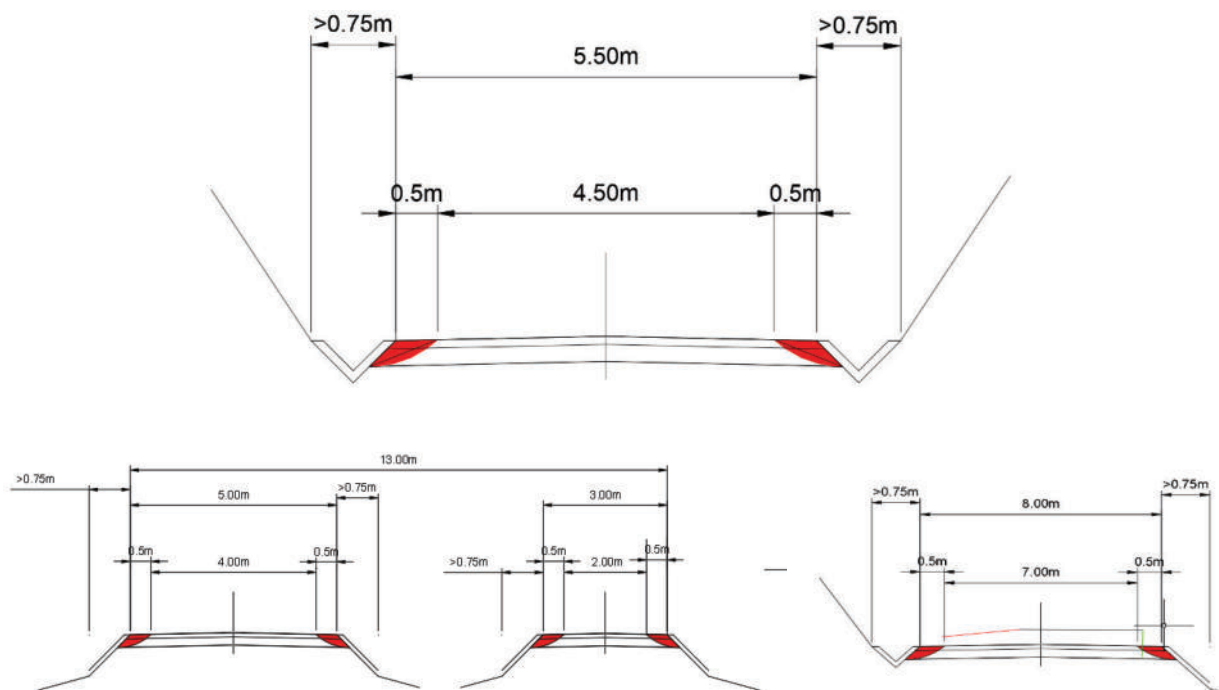
Minimum road width	
A. Wind farm access road transportation of components	<p>As a minimum and usable 4.5m* + 2 x 0.50m free of obstacles.</p> <p>As a minimum and usable 5.5m + 2 x 0.5m free of obstacles in case of reverse driving.</p>
B. Internal wind farm road with crane movement	<p>Pneumatic Crane</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>They may vary considering the regions and specific conditions for each project.</p> <p>*Width based on crane model</p>	

Table 5 Minimum road width in access and internal roads

A. Wind farm access road Transportation of components



B. Internal wind farm road with crane movement



C. Access road to the wind farm. Transportation of components and Internal wind farm road without circulation of cranes (e.g wind farms in the United States)

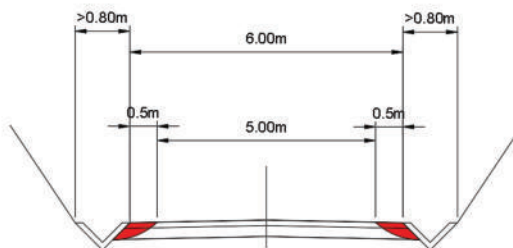


Figure 1 Minimum road width in access and internal roads

For curves with an interior cleared profile, the inside curb of the curve must be pipelined or have a maximum depth of 10 cm.

The slope of cutting on internal roads must be limited in accordance with the wind farm's geotechnical survey and determined by the crane being used for assembly. The most restrictive case is movement of NTC without dismounting.

3.1.5. 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

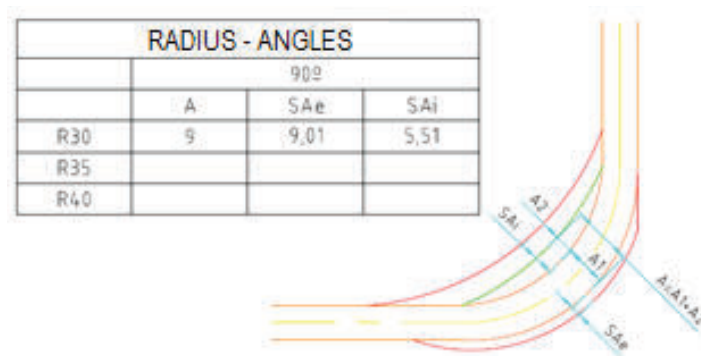


Figure 2 Curve widening

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

- A: is the width of the road necessary for transport ($A = A1 + A2$)
- A1: represents the road width (at least 5 m at each point of trajectory = baseline), which may be increased depending on the width necessary for maneuvering the vehicle
- A2: Is the occupation of the vehicle when maneuvering cannot adjust to the A1 road width
- SAI: Is the maximum interior sweep of the vehicle or its cargo
- SAE: Is the maximum exterior sweep of the vehicle or its cargo
- R30: Represents the curve radius at the center of the road
- 90°: Represents the angle formed by two straight sections of road joined by a curve of a given radius

This study was made taking into account an estimate vehicle (General vehicle). Later, each region will carry out a study of curve radius with its most restrictive vehicles. The general results analysis for turbine model is defined according to the **5.2 Transport requirements**.

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

3.1.6. Gradients and grade changes

	Longitudinal Gradients (%)				Transversal Gradients (%)	
	Maximum		Minimums		Maximum	Minimum
	Straight section	Curved section	Straight section	Curved section	Straight/ curved section	
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.	0.50	0.50	2	0.20
	>3 and ≤5 max. 1000m improved concreting or paving	≥2 and ≤3 max. 500 m improved concreting or paving				

(1) 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

Table 6 Gradients and grade changes

The transport vehicles used to transport various components of the turbine up to the site must be equipped with self-steering rear axles.

For gradients near 10% without concreting, 6 x 4 tractor units or four-wheel drive truck will be required.

In the specified cases in which road paving must be improved, the solution to be used and the envisaged friction coefficient must be submitted so that transport can be executed.

In the specified cases in which road paving must be improved, the technical characteristics of the solution to be used must be submitted, as well as the friction coefficient for the roadway layer envisaged for said solution, thereby ensuring that all components are transported correctly.

If the longitudinal gradient is $>13\%$ and $\leq 15\%$, improved concreting or paving will be required, and a 6 x 6 tractor unit used. This means that the slope will also have to be reviewed since it is not within SGRE standards.

In the extreme case that a longitudinal gradient in a straight section is $>15\%$ and/or is $>10\%$ in a curved section, a towing study must be conducted in addition to improving the road paving along the affected section. This study must be conducted by the logistics company in charge of supplying the wind farm with the wind turbine components.

Regarding to guarantee the proper transitions between gradient changes, the minimum straight-line total length of the convoy must be kept in mind. According to the complexity of the wind farm project, these points must be analyzed and discussed to find the proper solution.

Ltot: Total length of the convoy.

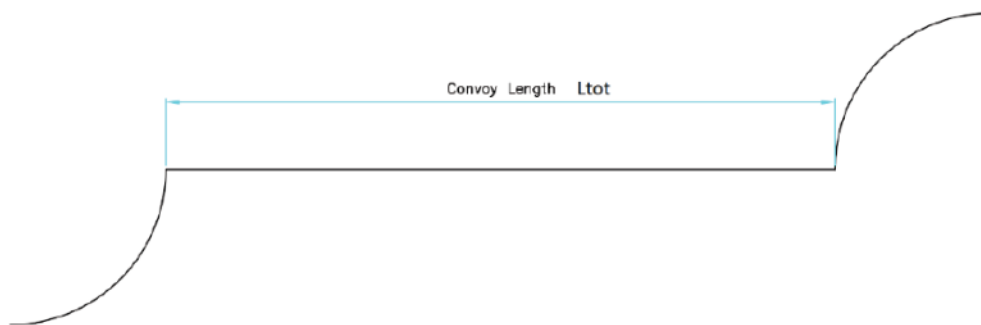


Figure 3 Transitions between gradient changes

For the calculation of the more restrictive KV that appears in this document, estimated generic vehicles have been considered. This does not mean that there are not others that improve or even worsen the KV figure. It is advisable to carry out a specific study in each region of the SGRE, with the vehicles planned to be used in local projects.

The kv value considered in the wind farm design for this WTG model shall be, **as a minimum**:

KV= 770m

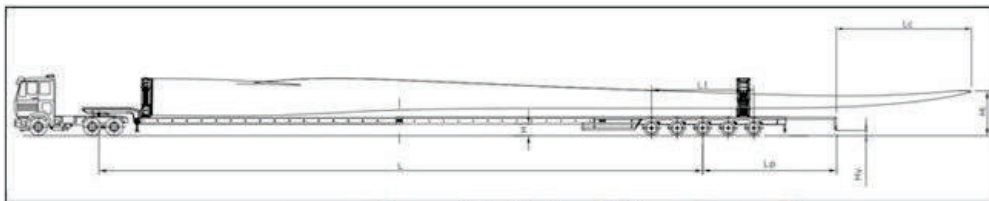
With the information we have now, **the most restrictive transport would be the SG170 blade on dolly**. Bearing in mind that all the axles of the platform would be in contact with the ground. Considering that all the axles of the platform would be in contact with the ground and a rear overhang of 15,64m. Which of course will be different considering the restrictions of each country. The overhang may differ according to the restrictions of each country, which should be considered.



SIEMENS Gamesa



Reference: Example project: Blade SG170 in extendable platform. Is any rear axle going to hang? No
 Component: Blade
 Vehicle: Lowbed



Drawing dimensions (m)

Other inputs (cm)

L	56,16 m
H (When suspension is completely down)	0,51 m
Lc	28,28 m
Lp	2,23 m
Ll	2,72 m
Hl (When suspension is completely down)	4,77 m
Hv (When suspension is completely down)	1,18 m

Security distance (ground-vehicle)	7 cm
Rear Suspension (total)	20 cm



CALCULATE KV

770 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

The value above is for reference only. Depending on the complexity of the terrain, the KV value that minimizes LCoE (levelized cost of energy) might be higher (flat wind farm) or lower (mountainous wind farm). Prior to signing the contract, a specific study shall be done in order to define the proper KV for the wind farm, considering development constraints in force and locally available transports in order to adapt logistics means accordingly.

The specific study could include nonstandard solutions and extra resources for each solution.

The roads must be smooth, removing, as far as possible, any protrusions such as stones, rocks, etc., which could damage the nacelle platform or the tower sections and hinder transportation.

3.1.7. Passing areas and turning points

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, leveled, compacted and drained. QHSE will determine the number of rest areas that must be created.

The turning points must be defined according with the maximum allowed reverse maneuver as described at the item **3.1.5 Gradients and grade changes**.

Where dead end roads are constructed or where loaded transports must turn around prior to delivery to the Installation Area, turning Areas are required to avoid long reverse driving. For each wind farm project, these points must be analyzed to find the proper solution.

(Note) Truck length* - The turning area will be different considering two situations: Loaded truck and empty truck. The additional area must be considered around the turning point - cleared of obstacles and levelled to allow oversail/overhang during transportation. The turning point could be adapted regarding the orography and/or complexity of the windfarm terrain, the new geometry must be approved by SGRE in order to comply with the transport requirements.

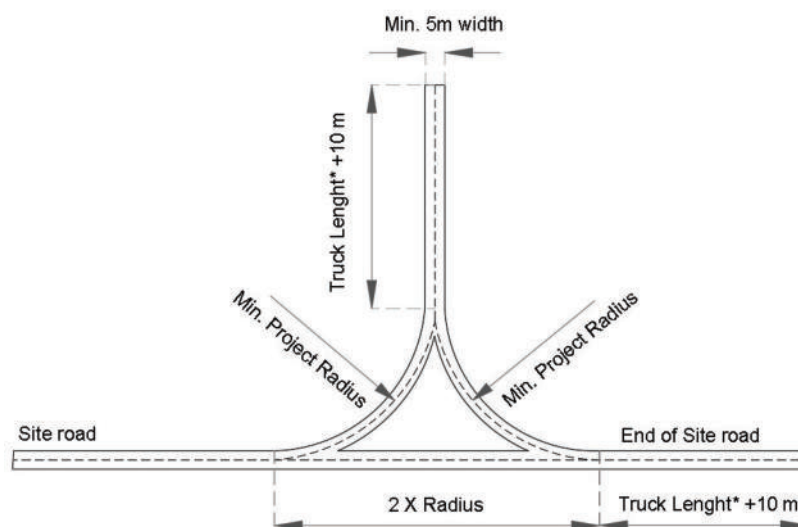


Figure 5 Turning point geometry suggestion

3.1.8. Drainage

The surface drainage system must be of a size to collect any rainwater from the roadway layer as well as any water collected from small flows of runoff water intercepted by the road or even, where applicable, to provide continuity for any larger natural watercourses also intercepted. The calculation will be considered for a return period of 25 years for transverse drainage and 10 years for longitudinal drainage works.

3.2. 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 unfavorable geotechnical conditions, in addition to the verifications carried out with analytical methodologies, described above, it will be necessary to develop a finite element model (FEM) to compare and contrast the results obtained with analytical methodologies.

The design of the hardstand and the geotechnical report will be provided to Siemens Gamesa together with the quality control of the hardstand, during the handover of the civil works and before starting with the erection process.

3.2.2. Bearing capacity

	Crane work area	Component storage area	Boom assembly area
SGRE standard	2.5	2	2
Without crane mats	3 (T100m) 3 (T101.5m) 3 (T115m) 4 (T135m) 5 (T145m) 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/cm^2 for T100m, T101.5m and T115m, 4 kg/cm^2 for T135m and 5 kg/cm^2 for T145m, 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 center of the crane area, with core recovery and a depth of 8m. During the execution of the borehole, the following works should be conducted:

- SPT: from the surface where a test must be performed every meter.
- Extracting non-disturbed samples, plus laboratory test (triaxial tests or direct shear tests).
- Determining the ground water level depth, if encountered.
- Collect sampling for laboratory characterization of all the encountered materials.

The storage areas that are at the same level and position of the crane work area (for towers and nacelle), the requirements for the subgrade and finished layer are the same as above-mentioned. For the blade storage areas, the compaction level of the subgrade will be such that the dry density after compaction is 95% MP or higher. 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	1.5	0.2	1	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 maneuvering of trailers to release the tower sections is needed. The system is not available for all regions and must confirmed by SGRE before building the windfarm. Bear in mind, once chose the hardstands without to consult or to require a confirmation from SGRE, 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 platform drawings can be found in annexes, section 5.2 *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).

In order to avoid blade touching the ground and be able to operate the blade lifting yoke (clamber), CNS tool-kit is used for blades storage in 10°. According respective OP PREP BLADE SG5.x (D2472922) the extra height for the clamp is achieved with TK FA SPT BLADES ROOT 2.3-4.0M (GP520915).

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. 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 center of the ring to the start of the useable surface of the hardstand will be 5 m. (Each specific case may be studied).

The concrete foundation pedestal and hardstand must have the same level where possible.

It can be lower with prior approval from SGRE.

If design requirements call for the foundation pedestal level to differ from the ground surface potentially the level of standard hardstand layout will differ from foundation pedestal, too. In case of a project specific evaluation together with SGRE is required (e.g adaptation of hardstand level to foundation pedestal level or change of crane set up and updated of size of the hardstand).

(Note: If opting for an elevated foundation due to design reasons, its height in relation to the hardstand should be considered as tower height.)

Intermediate hardstand adjacent to the road, but at a different level, must have a separate hardstand entrance and exit. Otherwise it must be considered end-of-road hardstand.

For end-of-road hardstands, the foundation should be at the end of the hardstand, avoiding having the foundation at the entrance of the hardstand as much as possible.

The hardstand and road must be at the same level to be able to operate support cranes located partially on hardstand and road.

3.2.6. Requirements for tower assembly with T-flange configuration between section 1 and 2

A compacted area around the tower (on top of foundation) need to be prepared in advance of start of 1st tower section installation. This is needed to enable tower access from all sides for installation of T-flange bolt joints with e.g. cherry picker (man basket).

The compacted area needs to have a minimum width of 10m for operation of cherry picker.

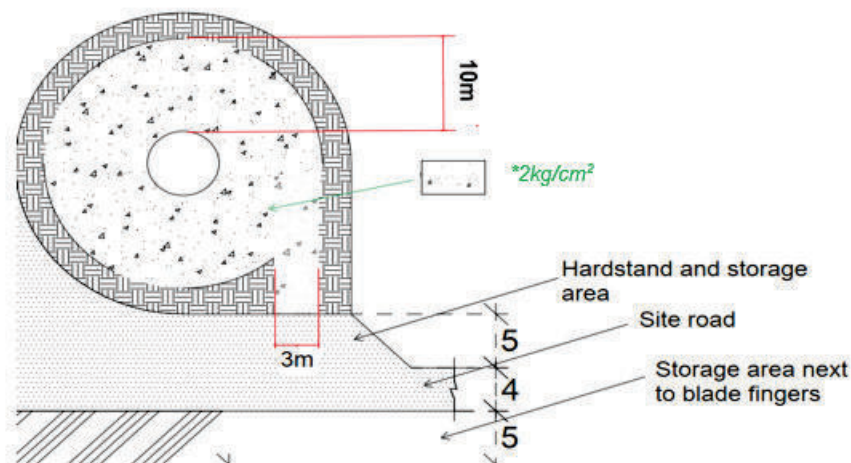


Figure 6 Example of hardstand layout and access road/ramp

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 fulfill also 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)
- 101.5m tower: Tower height + 19m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)
- 115m tower: Tower height + 19m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)
- 135m tower: Tower height + 15m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)
- 145m tower: Tower height + 15m and a minimum width of 3m, with two 6m x 6m supporting areas (depending on the crane, the location of the crane and the boom configuration)
- 155m 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)
- 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)

		T100m	T101.5m	T115m	T135m	T145m	T155m	T165m MB
Mobile/ Crawler cranes	Wheeler Crane	Area for assembly and disassembly on each hardstand and along site road						
	NTC							
	WTC	Assembly area at the beginning and end of the Wind Farm or each branch						
Dimensions	In a straight line	119m	120.5m	134m	150m	160m	167m	177m
	Wide	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:

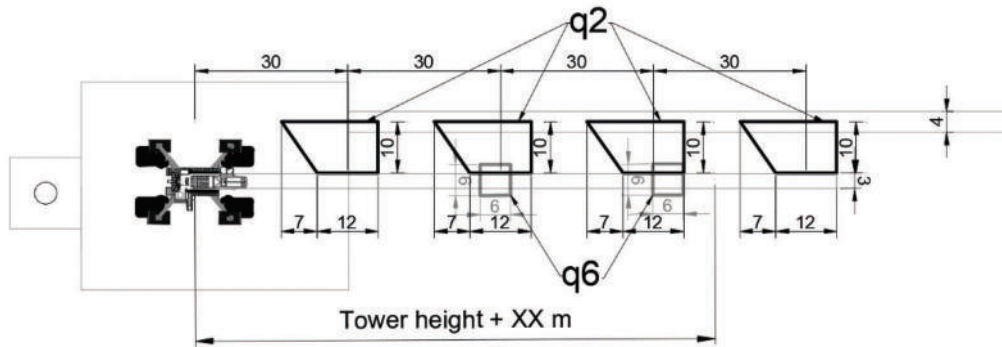


Figure 7 Distribution areas for main crane boom assembly

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.

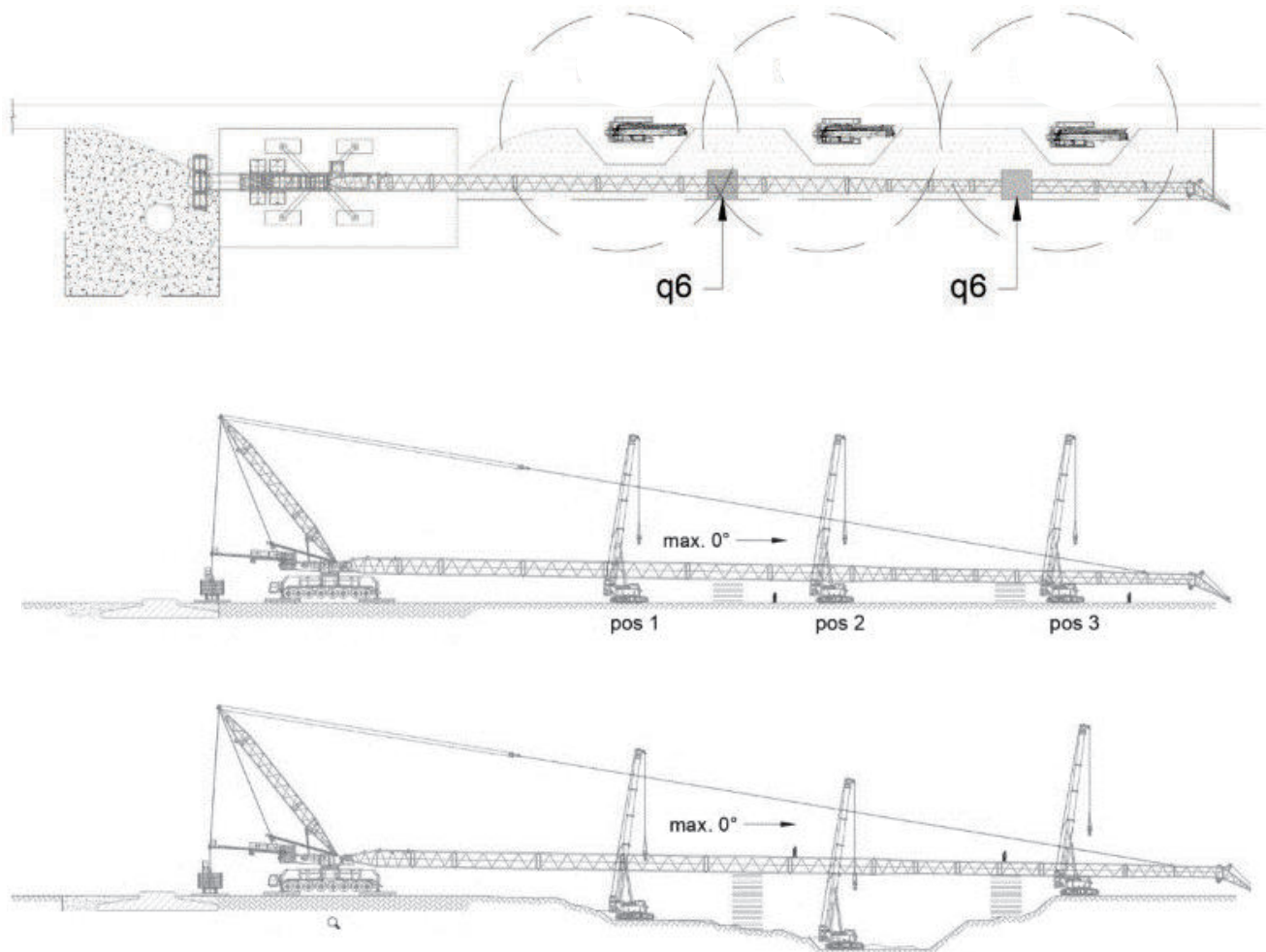


Figure 8 Boom assembly on flat and hilly terrain

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).

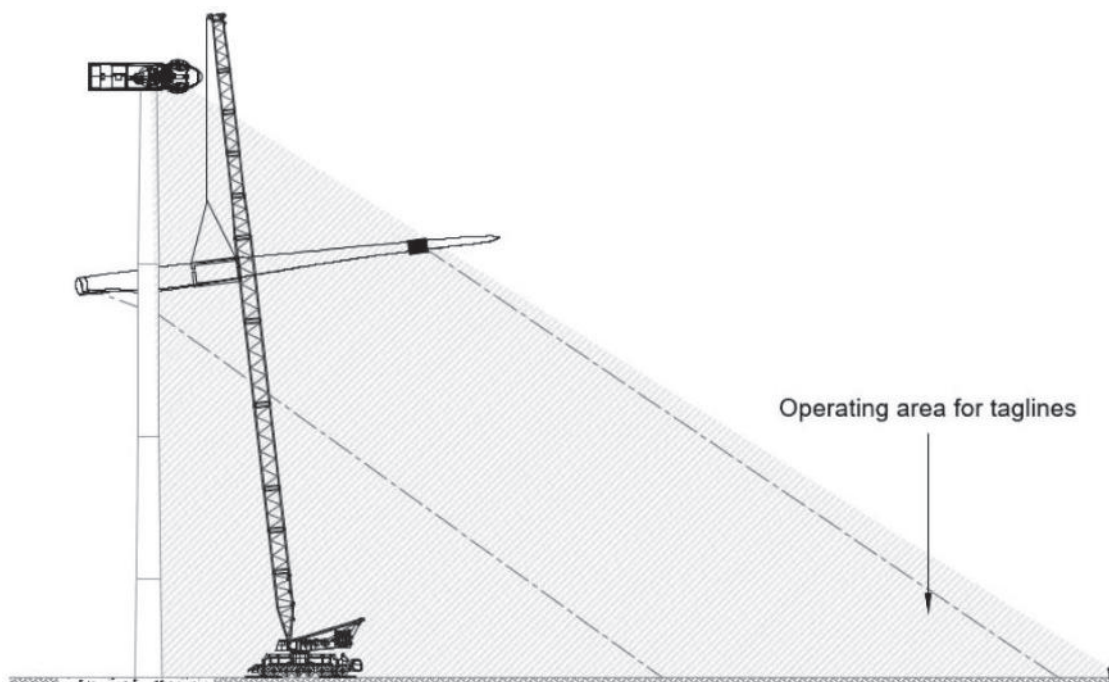
The areas for mounting and dismounting the main crane should be next to a hardstand but not overlap the hardstand area. Furthermore, they will be laid out as parallel as possible to the road reaching the hardstand, but without overlapping it, **in order to avoid invading the outgoing WF road in case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



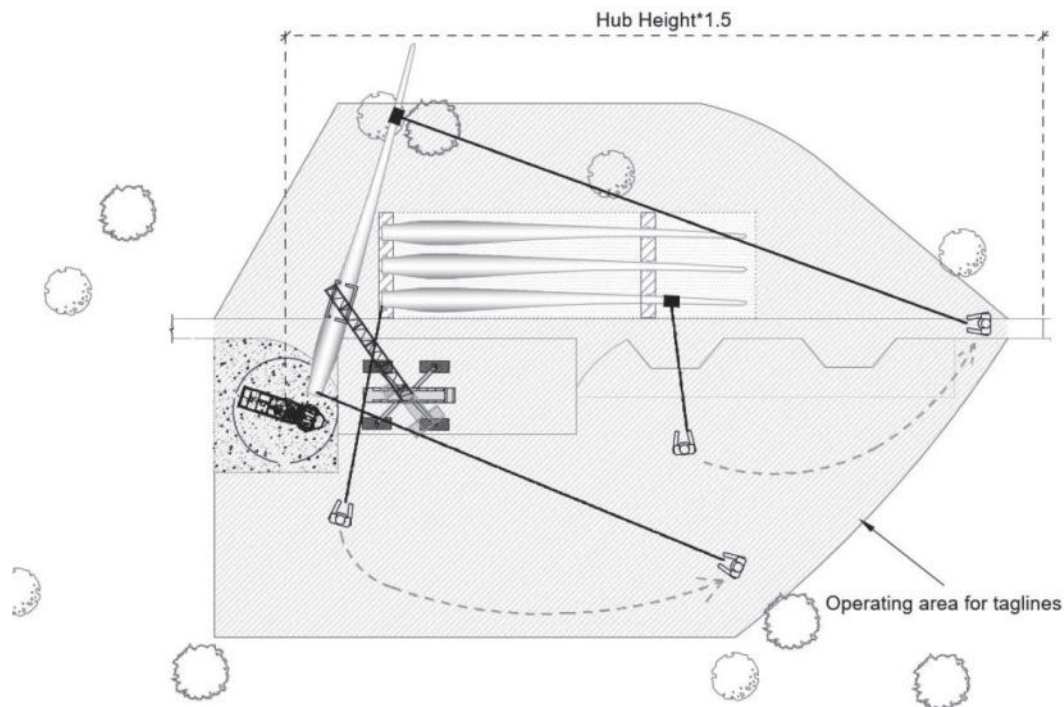


Figure 9 Indicative drawing of area requirements for the use of tag lines with single blade installation method.

3.3. Minimum Requirements for temporary site compounds of wind farms

Temporary site compound includes the area of the site office sheds, parking area for light vehicles and the storage area for minor materials. Normally all these areas form a single space that is divided into the pertinent specific areas, usually called “site compound”.

The site compound is a need 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 some specific requirements.

The location of the site compound must be carefully studied, avoiding areas susceptible of suffering flood events and avoiding areas near to important natural slopes or great embankments. The best location is on areas as flat as possible with easy access by car or truck.

The design of this site compound must consider a minimum slope (always higher than 1%) to allow a correct drainage of the rainwater. If necessary, temporary drain ditches or culverts should also be designed to collect 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 next to for later use in landscape restoration if required.
- 2- Embankments. If some embankments are necessary to build any platform, at least the following requirements are recommended meeting:

- Before the construction of the embankment, natural subgrade must be compacted until reaching 95% of the maximum dry unit weight from the Modified Proctor test (M.P.).
 - Embankment construction must be carried out filling with soil layers of 30cm thick, and compacting this filling material until reaching 95% of its maximum dry unit weight from the M.P.
 - It is recommended using filling material with a CBR $\geq 4\%$ at 95% M.P, free of organic matter, LL <50 , non-collapsible, free swelling $<3\%$.
- 3- Excavations. If some excavations are necessary to build any platform, the natural subgrade must be compacted until reaching 95% of the maximum dry unit weight from M.P., once the excavation is over.
- 4- Pavement. The pavement will depend on the use of each area but, as a general approach, it is recommended the use of granular material with a fine content $\leq 20\%$, CBR $\geq 40\%$ at 98% M.P and maximum size of 32mm. This material must also be correctly compacted in layers of 30cm thick until reaching at least 98% of the maximum dry unit weight from M.P.

The thickness of the pavement will be determined by the site soil conditions and it will be evaluated adequately with the detailed geotechnical information. There may even be the case that the use of geotextiles could be necessary.

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

- Temporary office area: it is recommended 10cm of well compacted granular material. Plain concrete is recommended for sidewalks connecting the different offices access, toilets, etc.
- Parking area for light vehicles: it is recommended 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 at 95% P.M $<2\%$): it is recommended at least 30cm of well compacted granular material.
 - Fair subsoil conditions ($2 < \text{CBR at 95% P.M} < 7$): it is recommended at least 20cm of well compacted granular material.
 - Good subsoil conditions (CBR at 95% P.M >7): it is recommended at least 15cm of well compacted gravel.
 - If rock or rocky soils are encountered, it would be enough with 10cm of well compacted granular material for all the areas to build uniform and plain platform.

Previous recommendations must be understood as a general guide or a first approach to the final design of the temporary platforms.

In any case, it is always necessary to maintain adequately the pavements, and if necessary, add and spread more granular material correctly compacted during the use of these temporary areas.

If the temporary areas are going to be used as storage of the turbine components and/or very heavy items that require the use of cranes, they will be considered as a usual hardstand of a WTG and they will be 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_{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 platforms, 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.

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. Weights and dimensions for SG 6.2-170

For further information about different configurations or a site-specific tower, please contact to the Sales Technical team from the regions. The towers from the self-offloading hardstands are available for NEME region.

This document covers the key models from the Extended Tower Portfolio.

100m tower

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
Section 1	84,030	14.30	4.70	4.70
Section 2	79,750	21.56	4.70	4.49
Section 3	76,060	26.88	4.49	4.49
Section 4	75,790	34.45	4.49	3.50

Table 12 Weights and dimensions of T100m

101.5m tower

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange	Ø Upper Flange
Section 1	61,270	8.460	4.50	4.30
Section 2	69,800	14.840	4.30	4.50
Section 3	57,630	15.120	4.50	4.50
Section 4	53,450	17.640	4.50	4.50
Section 5	48,050	21.000	4.50	4.10
Section 6	49,720	21.850	4.10	3.50

Table 13 Weights and dimensions of T101.5m

115m tower

	Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
50A	Section 1	85,640	13.29	4.70	4.70
	Section 2	85,140	18.20	4.70	4.44
	Section 3	85,410	23.80	4.44	4.43
	Section 4	73,230	27.16	4.43	4.02
	Section 5	64,920	29.97	4.02	3.50
51A	Section 1	86,800	11.78	4.80	4.80
	Section 2	84,640	17.92	4.80	4.80
	Section 3	81,560	21.84	4.80	4.80

	Section 4	77,290	28.00	4.80	4.80
	Section 5	72,510	32.77	4.80	3.50
53A	Section 1	84,370	12.29	4.50	4.50
	Section 2	82,590	16.52	4.50	4.39
	Section 3	81,820	21.28	4.39	4.39
	Section 4	80,440	30.24	4.39	4.02
	Section 5	70,030	32.08	4.02	3.50

Table 14 Weights and dimensions of T115m

135m tower

	Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
50A	Section 1	91,070	15.00	6.00	5.68
	Section 2	84,190	18.20	5.68	5.68
	Section 3	84,470	21.28	5.68	4.83
	Section 4	81,540	24.92	4.83	4.42
	Section 5	68,370	26.88	4.42	4.42
	Section 6	58,390	26.13	4.42	3.50

Table 15 Weights and dimensions of T135m

145m tower

	Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
	Section 1	83,350	12.32	6.40	6.40
	Section 2	82,480	14.00	6.40	6.40
	Section 3	83,110	15.68	6.40	6.40
	Section 4	83,910	18.20	6.40	6.40
	Section 5	73,260	18.48	6.40	5.75
	Section 6	62,220	18.48	5.75	5.10
	Section 7	50,400	18.48	5.10	4.45
	Section 8	64,480	26.89	4.45	3.50

Table 16 Weights and dimensions of T145m

155m tower

	Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
	Section 1	83,980	12.32	6.60	6.58
	Section 2	82,320	13.44	6.58	6.58
	Section 3	82,350	14.56	6.58	6.58

Section 4	82,980	16.24	6.58	6.58
Section 5	80,910	18.48	6.58	6.58
Section 6	70,170	18.48	5.98	5.38
Section 7	83,270	28.84	5.38	4.44
Section 8	70,760	29.97	4.44	3.50

Table 17 Weights and dimensions of T155m

165 MB tower

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
Concrete (MB)	-	99.80	9.29	4.53
Section 1	81,020	29.71	4.30	4.29
Section 2	69,830	36.00	4.29	3.50

Table 18 Weights and dimensions of T165 MB

165 WT tower

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
Concrete (WT)	-	108.00	9.40	4.92
Section 1	68,680	26.32	4.50	4.27
Section 2	59,340	28.38	4.27	3.50

Table 19 Weights and dimensions of T165 MB

100m tower – Self offloading

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange	Ø Upper Flange
Section 1	64,420	10.27	4.50	4.50
Section 2	59,950	13.10	4.50	4.50
Section 3	51,990	15.21	4.50	4.49
Section 4	55,470	19.10	4.49	4.48
Section 5	51,190	21.30	4.48	4.02
Section 6	50,410	18.70	4.02	3.57

Table 20 Weights and dimensions of T100m – Self offloading

115m tower – Self offloading

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange	Ø Upper Flange
Section 1	84,940	13.54	4.70	4.67
Section 2	85,090	18.19	4.67	4.44
Section 3	84,980	23.74	4.44	4.43

Section 4	74,190	27.00	4.43	3.56
Section 5	65,520	29.95	3.56	3.36

Table 21 Weights and dimensions of T115m – Self offloading

135m tower – Self offloading

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange	Ø Upper Flange
Section 1	94,850	15.00	6.00	5.68
Section 2	84,970	18.20	5.68	5.68
Section 3	84,460	21.28	5.68	4.83
Section 4	79,360	24.92	4.83	4.42
Section 5	72,250	26.88	4.42	4.42
Section 6	62,390	26.13	4.42	3.50

Table 22 Weights and dimensions of T135m – Self offloading

145m tower – Self offloading

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange	Ø Upper Flange
Section 1	83,350	12.32	6.40	6.40
Section 2	82,480	14.00	6.40	6.40
Section 3	83,110	15.68	6.40	6.40
Section 4	83,910	18.20	6.40	6.40
Section 5	73,260	18.48	6.40	5.75
Section 6	62,220	18.48	5.75	5.10
Section 7	50,400	18.48	5.10	4.45
Section 8	64,480	26.89	4.45	3.50

Table 23 Weights and dimensions of T145m – Self offloading

155m tower – Self offloading

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange	Ø Upper Flange
Section 1	70,760	29.97	6.60	6.58
Section 2	83,270	58.84	6.58	6.58
Section 3	70,170	18.48	6.58	6.58
Section 4	80,910	18.48	6.58	6.58
Section 5	82,980	16.24	6.58	5.98
Section 6	82,350	14.56	5.98	5.38
Section 7	82,320	13.44	5.38	4.44
Section 8	83,980	12.32	4.44	3.50

Table 24 Weights and dimensions of T155m – Self offloading

165 MB tower – Self offloading

Element	W (kg)	L (m)	Ø Lower flange (m)	Ø Upper Flange (m)
Concrete (MB)	-	86.27	7.89	4.67
Section 1	78,490	21.84	4.30	4.29
Section 2	57,330	23.52	4.29	4.28
Section 3	58,110	29.45	4.28	3.57

Table 25 Weights and dimensions of T165m MB – Self offloading

Nacelle, incl. TU and GEN

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
Nacelle	103,508	15.03	4.20	3.50

Table 26 Weights and dimensions of Nacelle

Full Drive Train

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
Drive Train	80,790	7.60	3.20	3.13

Table 27 Weights and dimensions of Full Drive Train

Hub

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
Hub	55,000	5.20	4.72	4.10

Table 28 Weights and dimensions of HUB

Blades

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
Blade SG5.X-170	25,000	83.50	4.50	3.40

Table 29 Weights and dimensions of Blades

Transformer Unit

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
TU	16,300	-	-	-

Table 30 Weights and dimensions of Transformer unit

Generator

Element	W (kg)	L (m)	Width (m)	Height (m)
GEN	16,500	-	-	-

Table 31 Weights and dimensions of Generator

5.2. Transport requirements

(Note): The data represented below is the result of the of the study was obtained from the modelling, showing the following widening according to the cargo and bed. The values are a reference considering the transport from the item **3.1.5 Gradients and grade changes**. For each windfarm and region, please bear in mind some changes could be possible. Concerning this, a new study must be done by Logistics department according with the transport available per region/project to avoid some nonconformities.

VEHICLE: SG170, LEFT TURN

	10º			20º			30º			40º			50º			60º		
	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	13,5	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	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	9,5	6	4	12	7	5,5	14,5
40	5	1,5	1	5	1,5	4	6	1,5	7	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	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

	70º			80º			90º			100º			110º			120º		
	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	33	6	0	0
30	7	6,5	17,5	8	7,5	20,5	8	8	23	10	8	26	13	8	29	16	8,5	33
35	7	6,5	16,5	7	7	19	8	8	21	8	8	23,5	10	8	26	12	8,5	28
40	7	6	15,5	7	7	17,5	7	7,5	19	8	8	20,5	8	8	22	8	8,5	23
45	7	5,5	14,5	7	6	16	7	7	17	7	7	18	7	7,5	18,5	7	7,5	18,5
50	7	5	13,5	7	5,5	14,5	7	6	15	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	11,5	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

	130º			140º			150º			160º			170º			180º		
	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	14	8,5	27,5	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	13	7	10	15,5
35	5	4	2	5	5,5	5	6	7	7,5	6	8	10	6	9	12,5	7	9,5	14,5
40	5	4	2	5	5,5	5	6	7	7,5	6	8	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	7	6	8	9	6	8,5	11	6	9	12,5
55	5	4	2	5	5,5	4,5	6	7	7	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	32	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	26	13	11	29	16	11	33
35	7	10	16,5	7	10,5	19	8	11	21	8	11	23,5	10	11	26	12	11	28
40	7	10	15,5	7	10,5	17,5	7	10,5	19	8	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	8,5	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	12	11	26	14	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

5.3. Quality tests and requirements for civil works projects

The quality control and the requirements for the civil works design is defined according to the ***GD483525-EN, Quality Test Plan for Roads and Hardstands.***

5.4. Legislations

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

5.5. Hardstand dimensions

5.5.1. 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

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 32 Dimensions of the areas of model T100m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

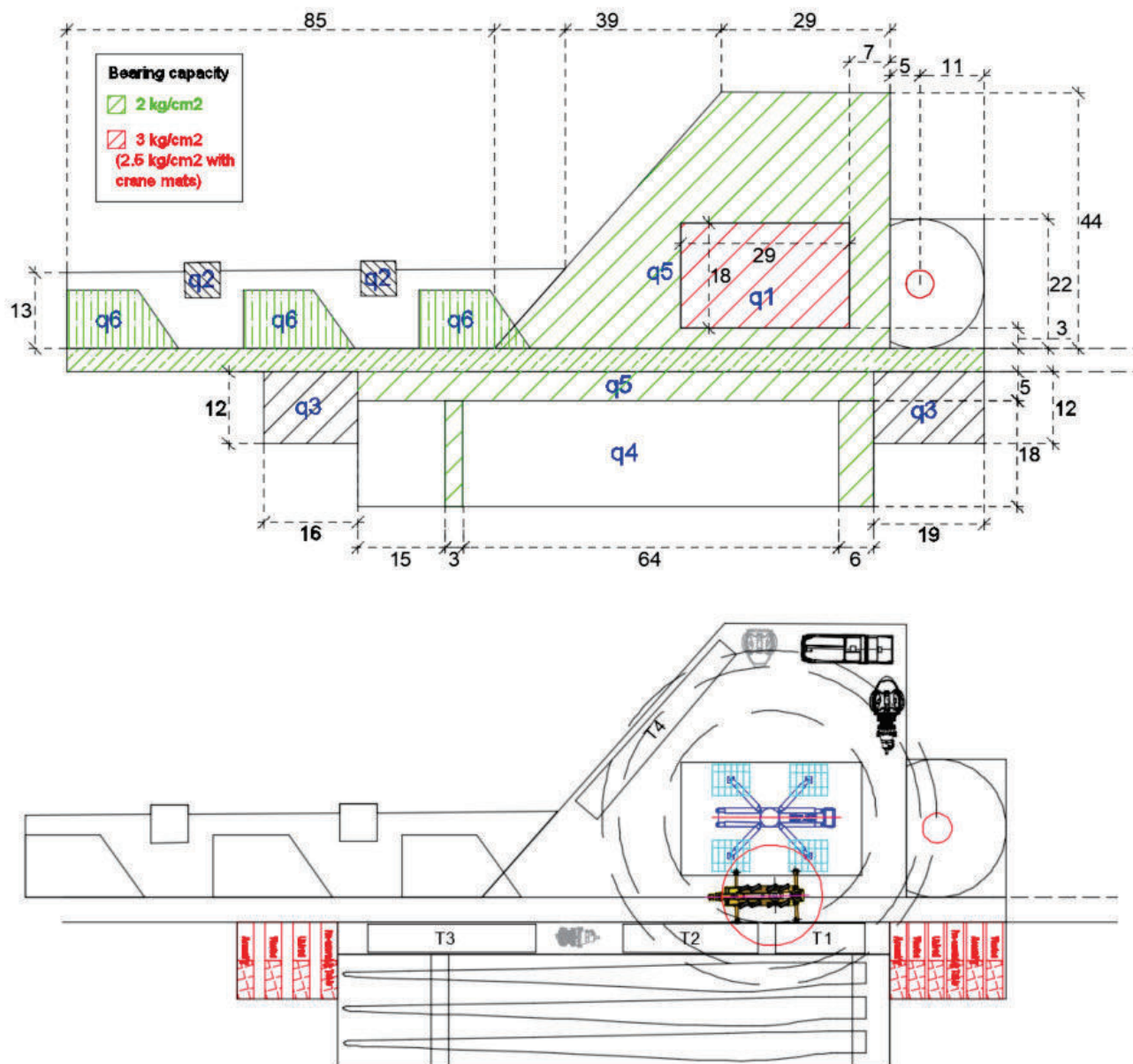


Figure 10 Model T100m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

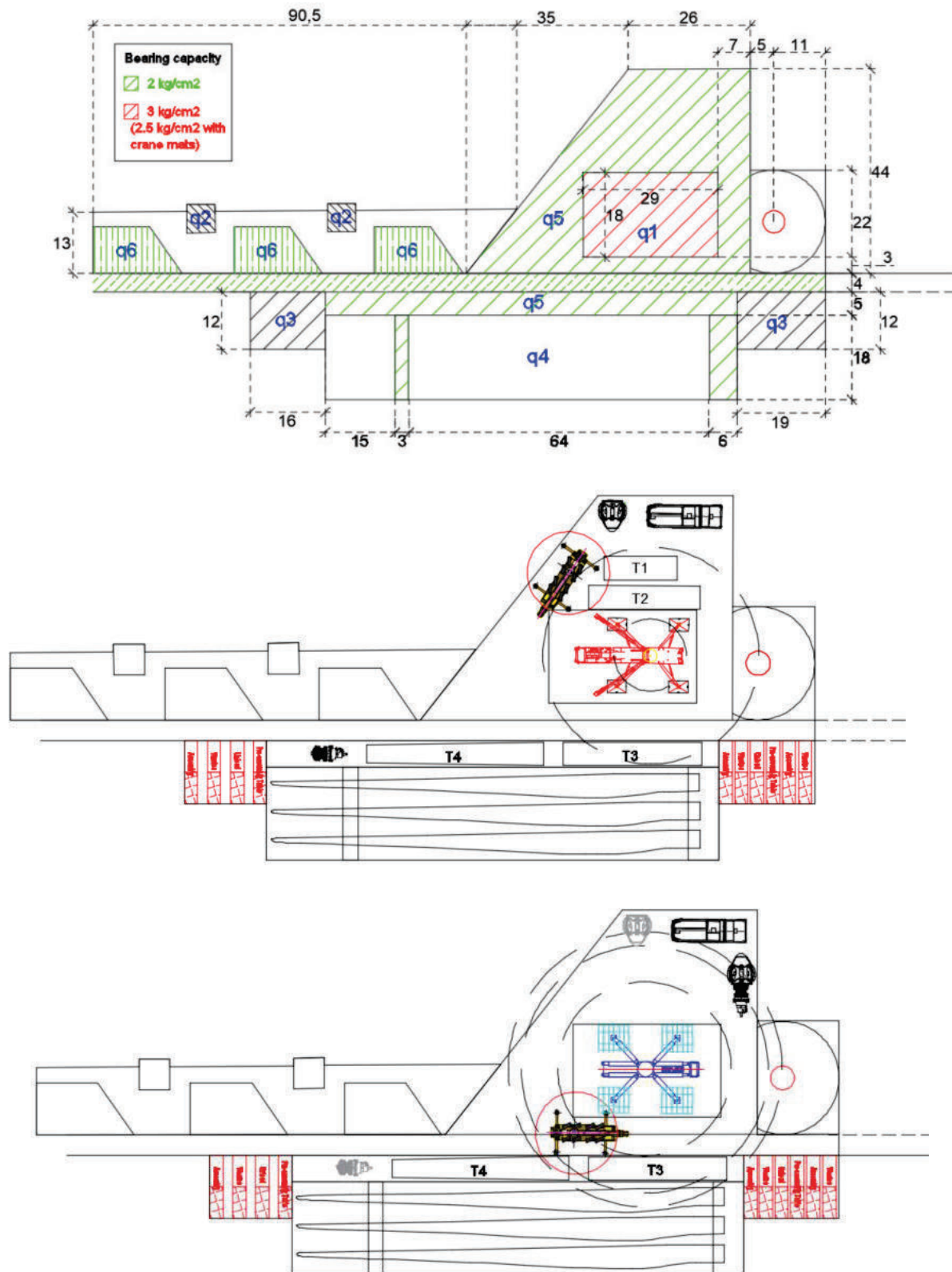


Figure 11 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.5.2. 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
	q1 29m x 18m
Partial storage (SGRE standard)	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 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
	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 33 Dimensions of the areas of model T100m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

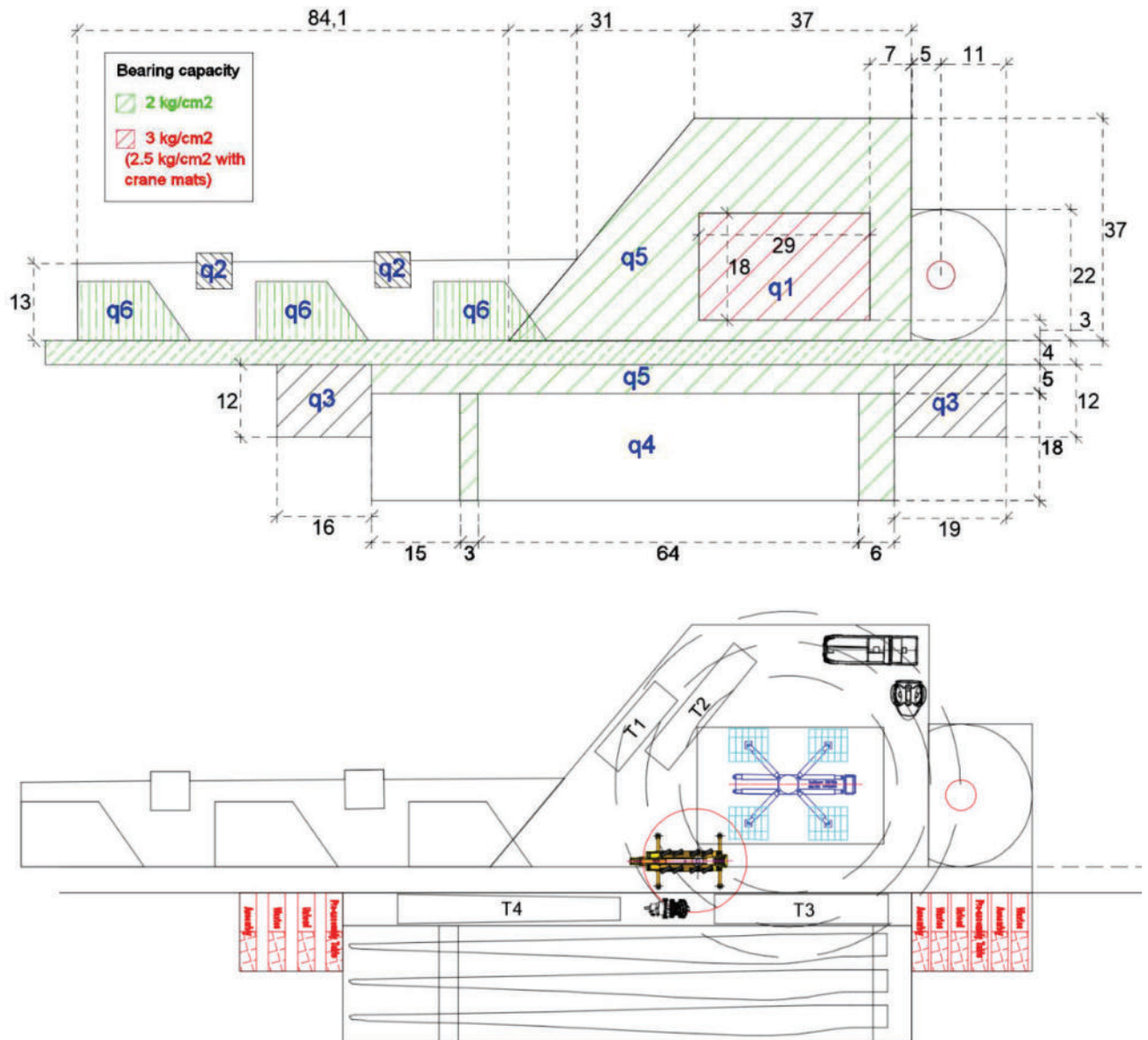


Figure 12 Model T100m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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

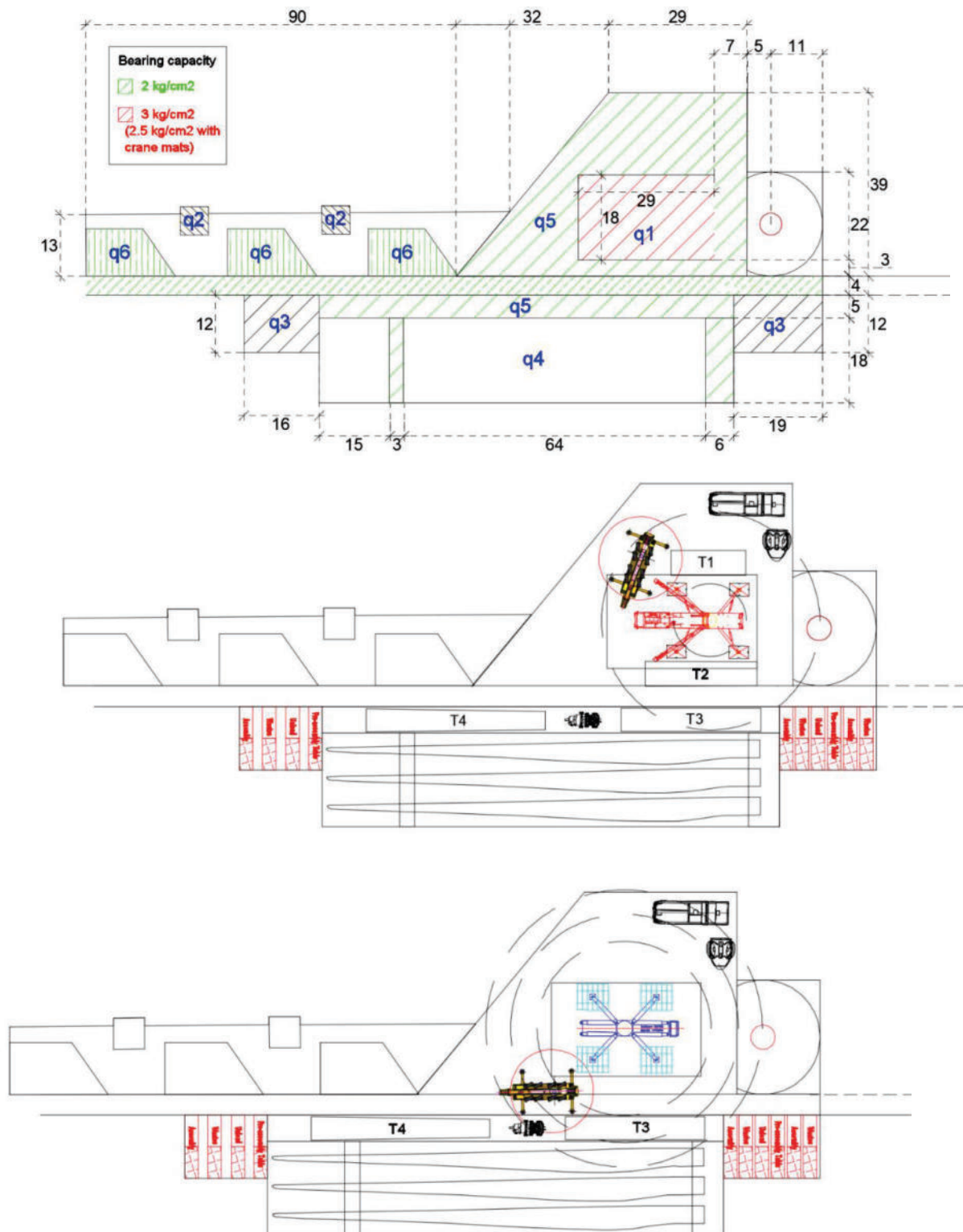


Figure 13 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.5.3. T101.5m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading 101.5m

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 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
	q1 29m x 18m
Partial storage (SGRE standard)	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 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
	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 34 Dimensions of the areas of model T101.5m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

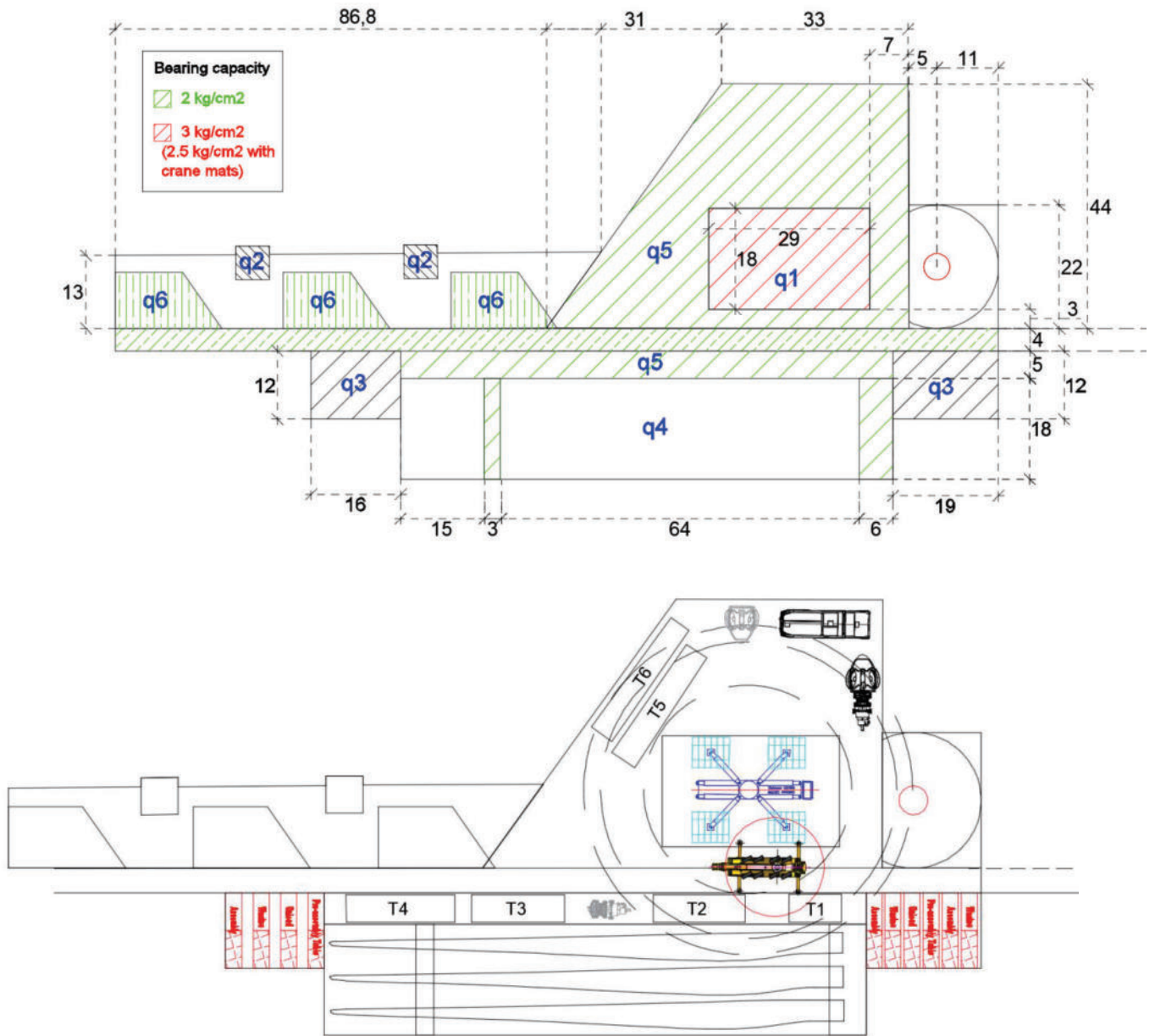


Figure 14 Model T101.5m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

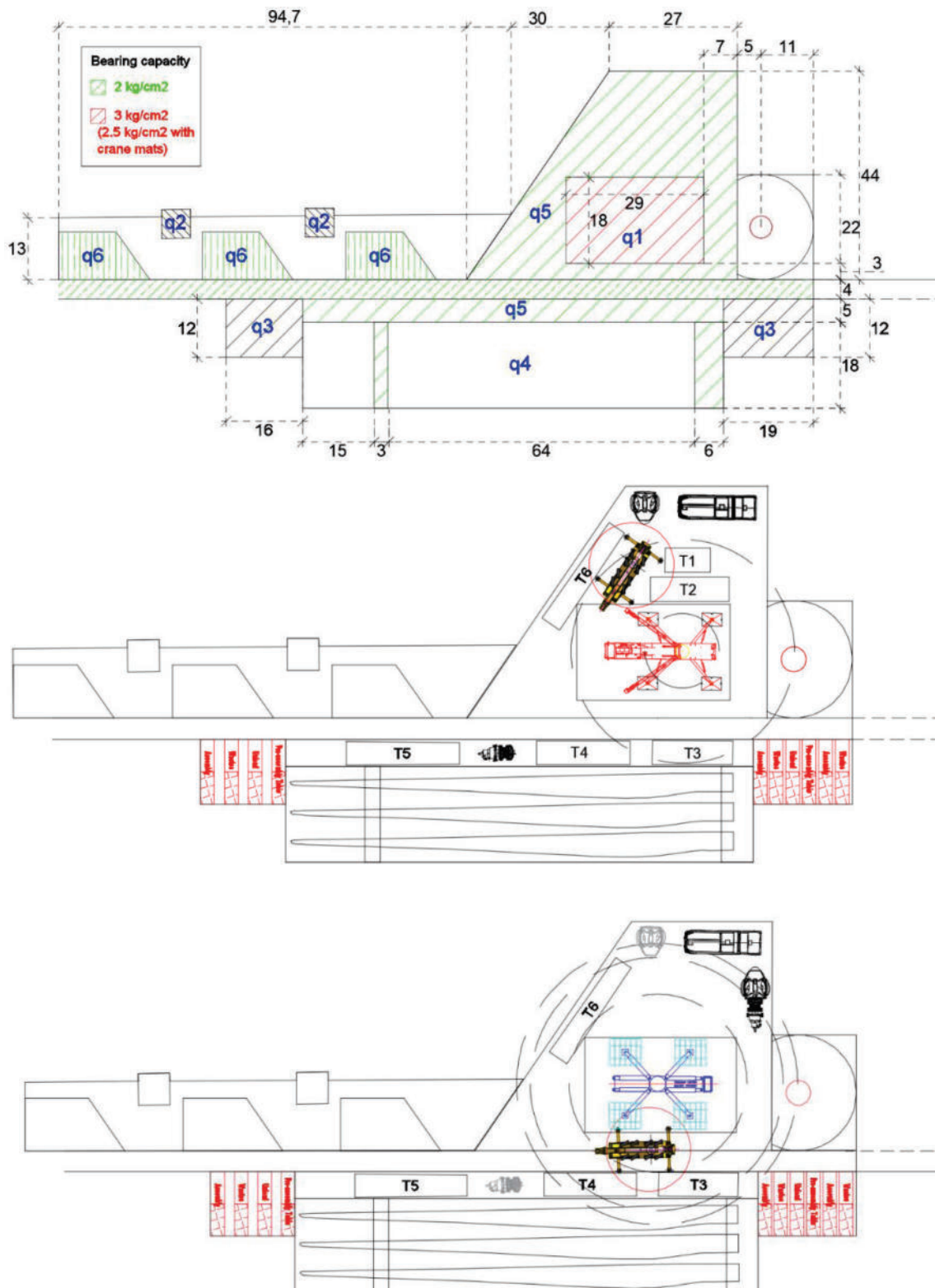


Figure 15 Model T101.5m – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.5.4. T101.5m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

- Tailing crane offloading T101.5m

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q129m x 18m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q536m 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)	q129m x 18m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q528m 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

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 35 Dimensions of the areas of model T101.5m with strategy 4 – Tailing crane offloading

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

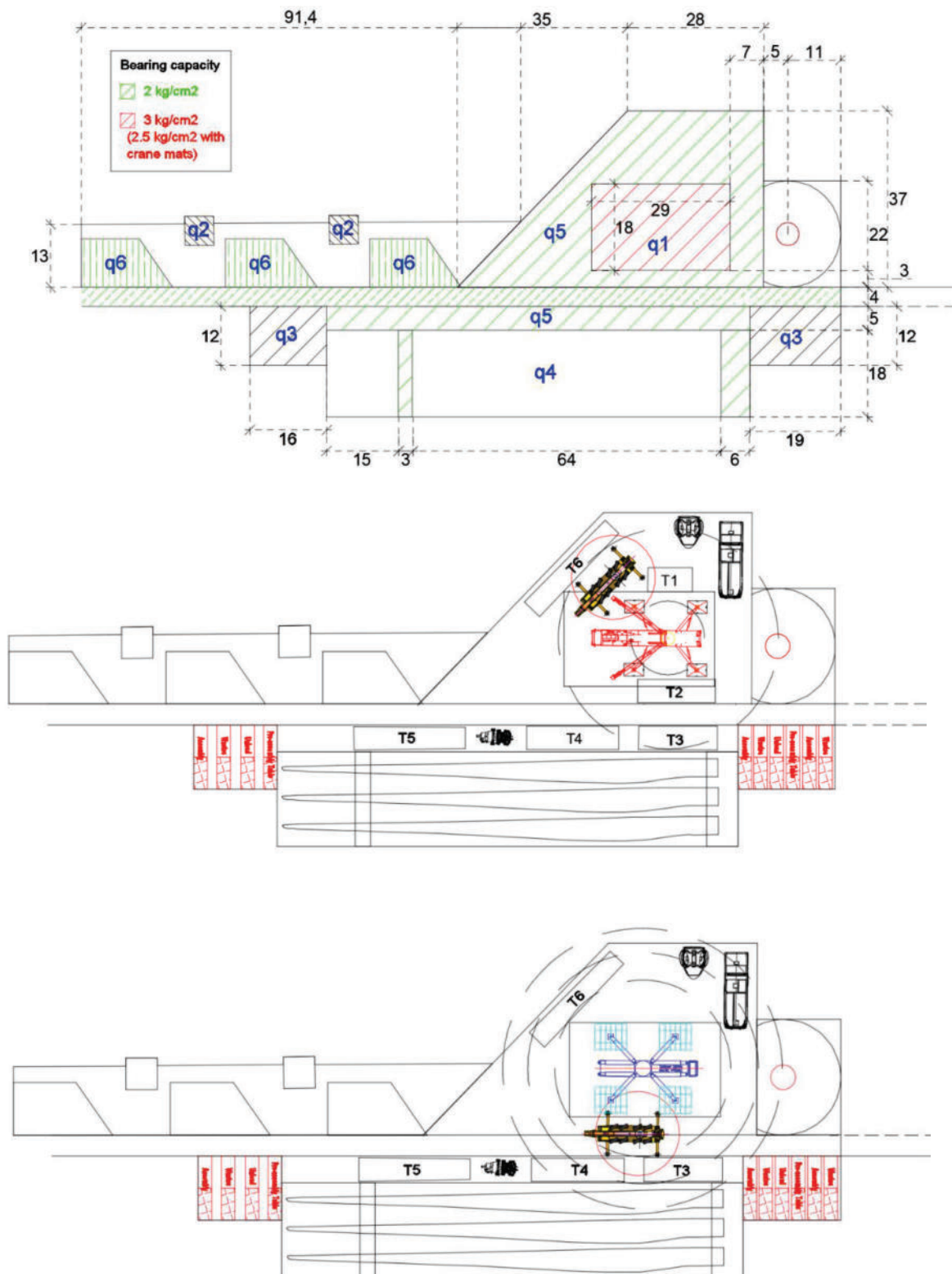


Figure 17 Model T101.5m – Partial storage assembling with strategy 4 in 1 phase

5.5.5. T115m tubular tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length	
Total Storage	q129m x 18m	
	q316m x 12m + 19m x 12m	
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)	
	q534m x 43m + (46m x 43m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*	
	q2/q6dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane	
	<hr/>	
	Partial storage (SGRE standard)	q129m x 18m
q316m x 12m + 19m x 12m		
q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)		
q533m x 43m + (36m x 43m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*		
q2/q6dimensions 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 T115m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – assembly in 1 phase

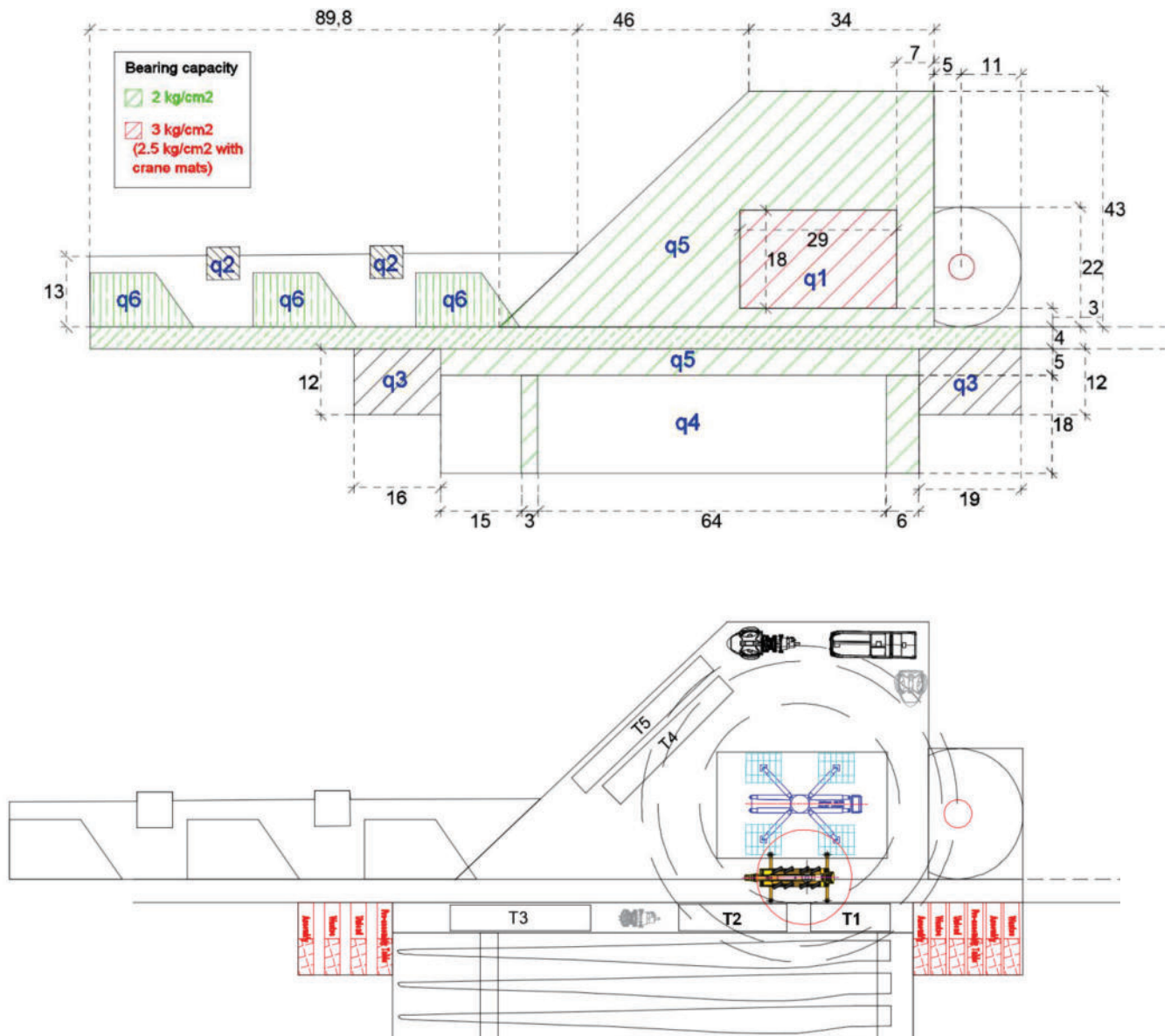


Figure 18 Model T115m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

5.5.6. T115m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

- Tailing crane offloading T115m

Storage conditions	Width x length	
Total Storage	q129m x 18m	
	q316m x 12m + 19m x 12m	
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)	
	q533m x 40m + (33m x 40m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*	
	q2/q6dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane	
	<hr/>	
	Partial storage (SGRE standard)	q129m x 18m
q316m x 12m + 19m x 12m		
q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)		
q530m x 38m + (31m x 38m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*		
q2/q6dimensions 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 T115m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly strategy in 1 phase

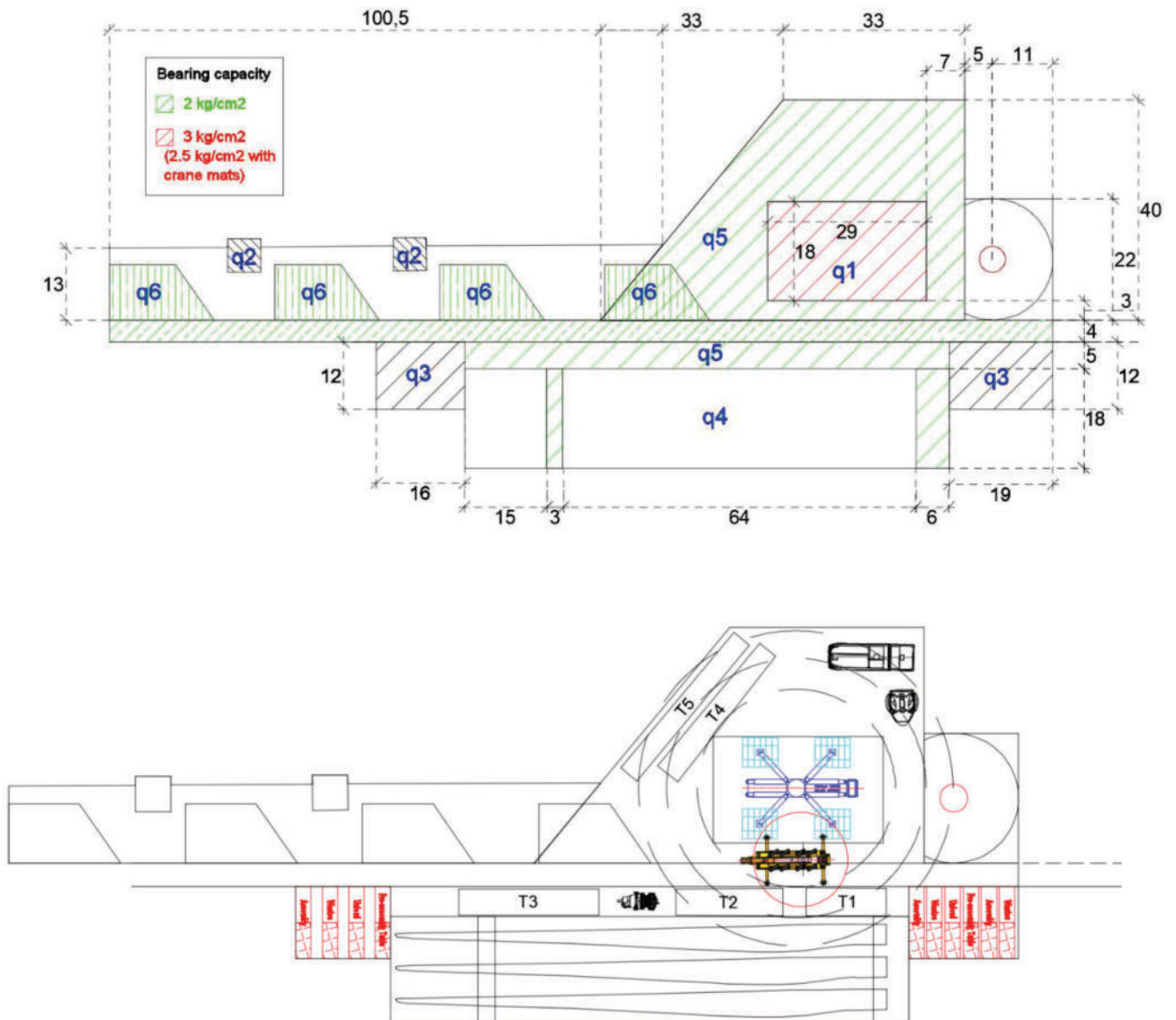


Figure 20 Model T115m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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

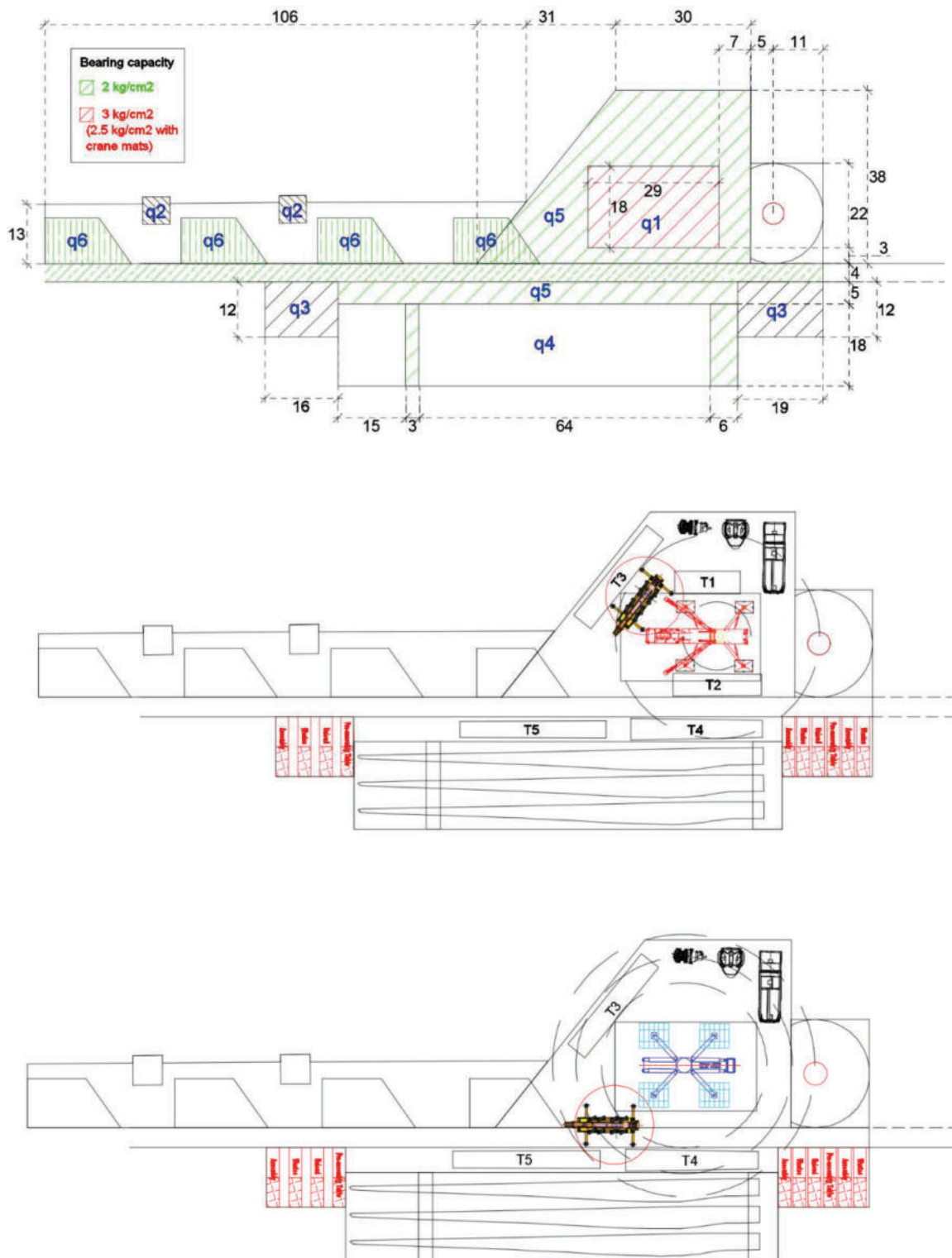


Figure 21 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.5.7. T135m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading T135m

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	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
	q1 29m x 18m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
Partial storage (SGRE standard)	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 38 Dimensions of the areas of model T135m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

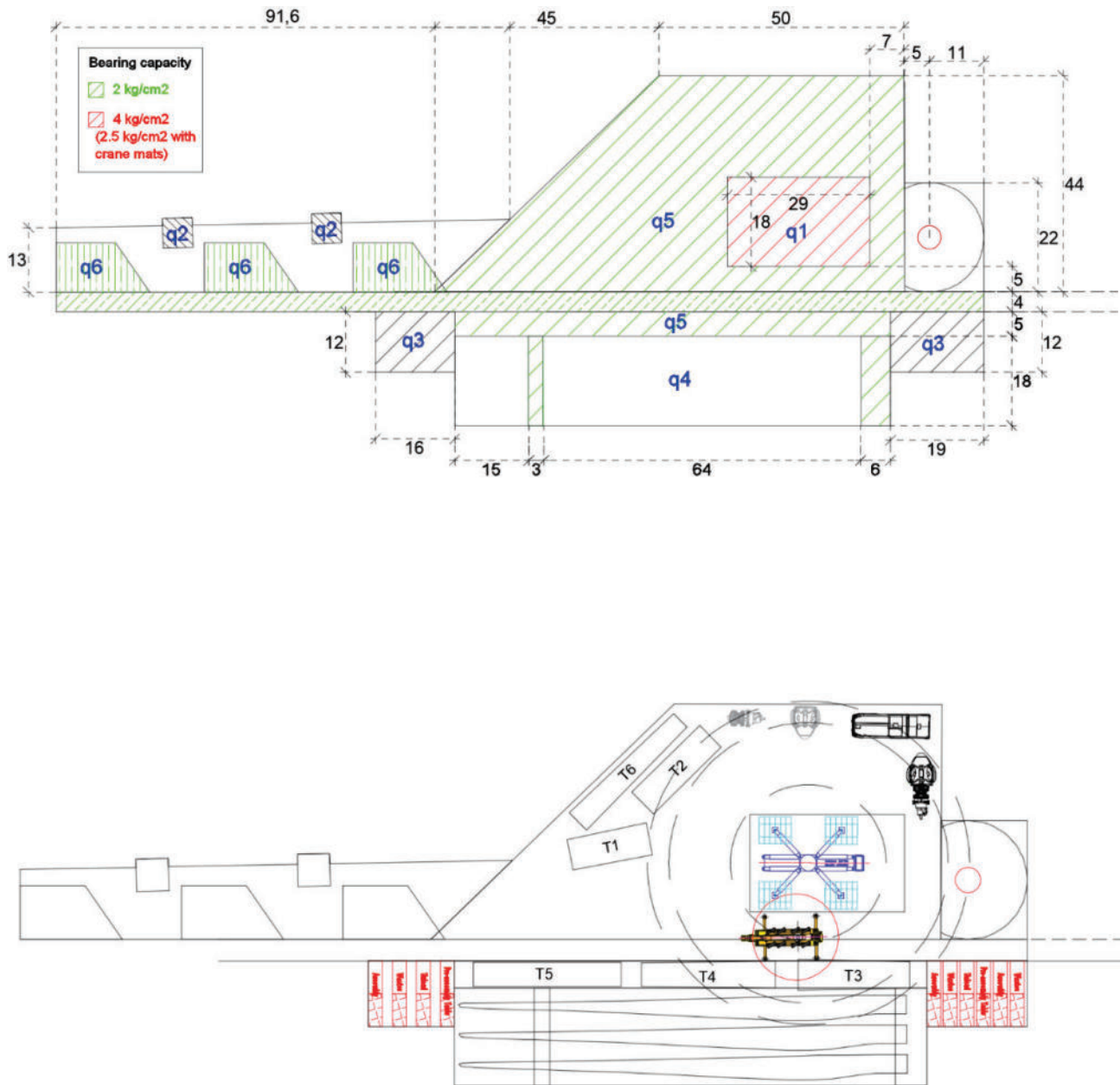


Figure 22 Model T135m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

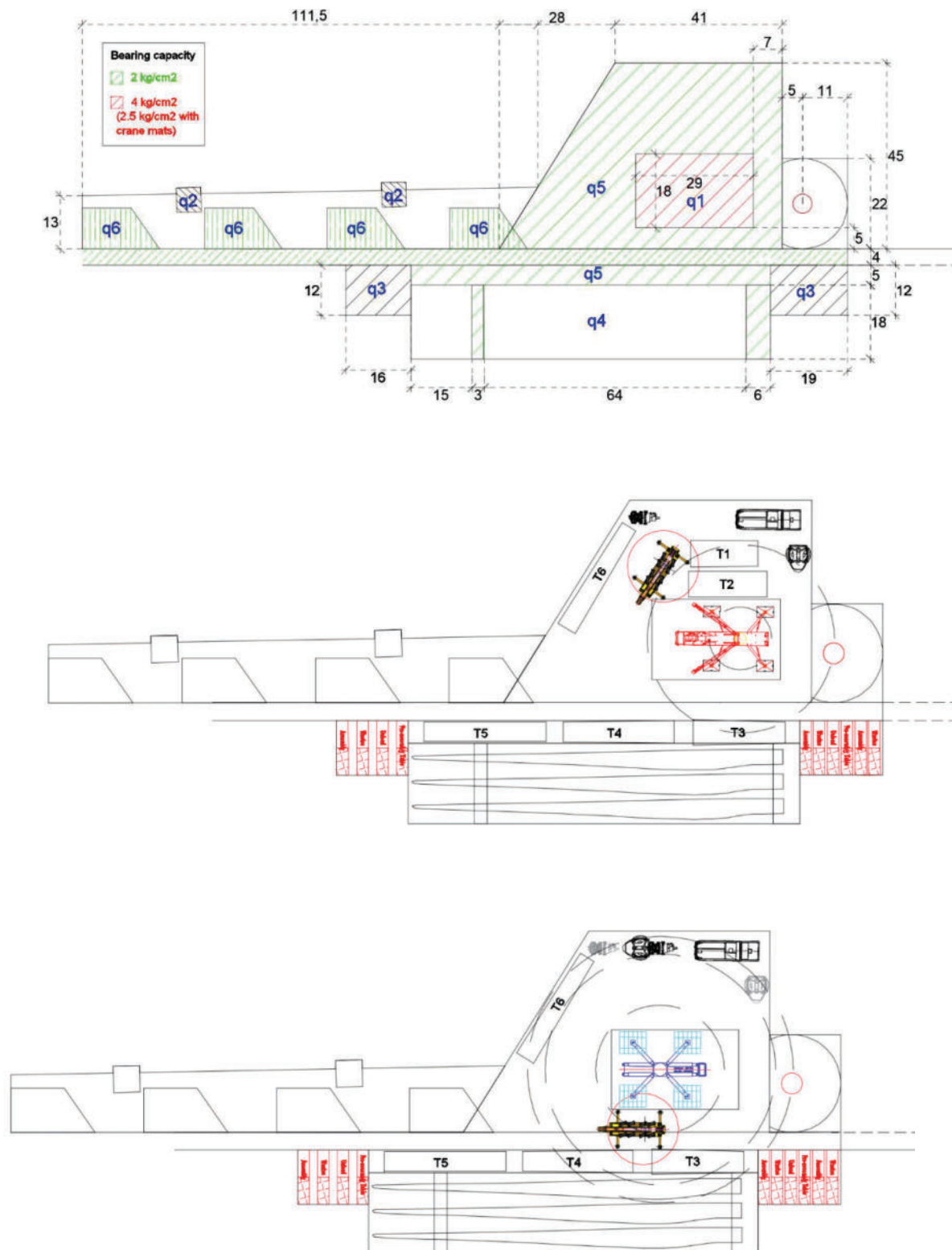


Figure 23 Model T135m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.5.8. T135m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

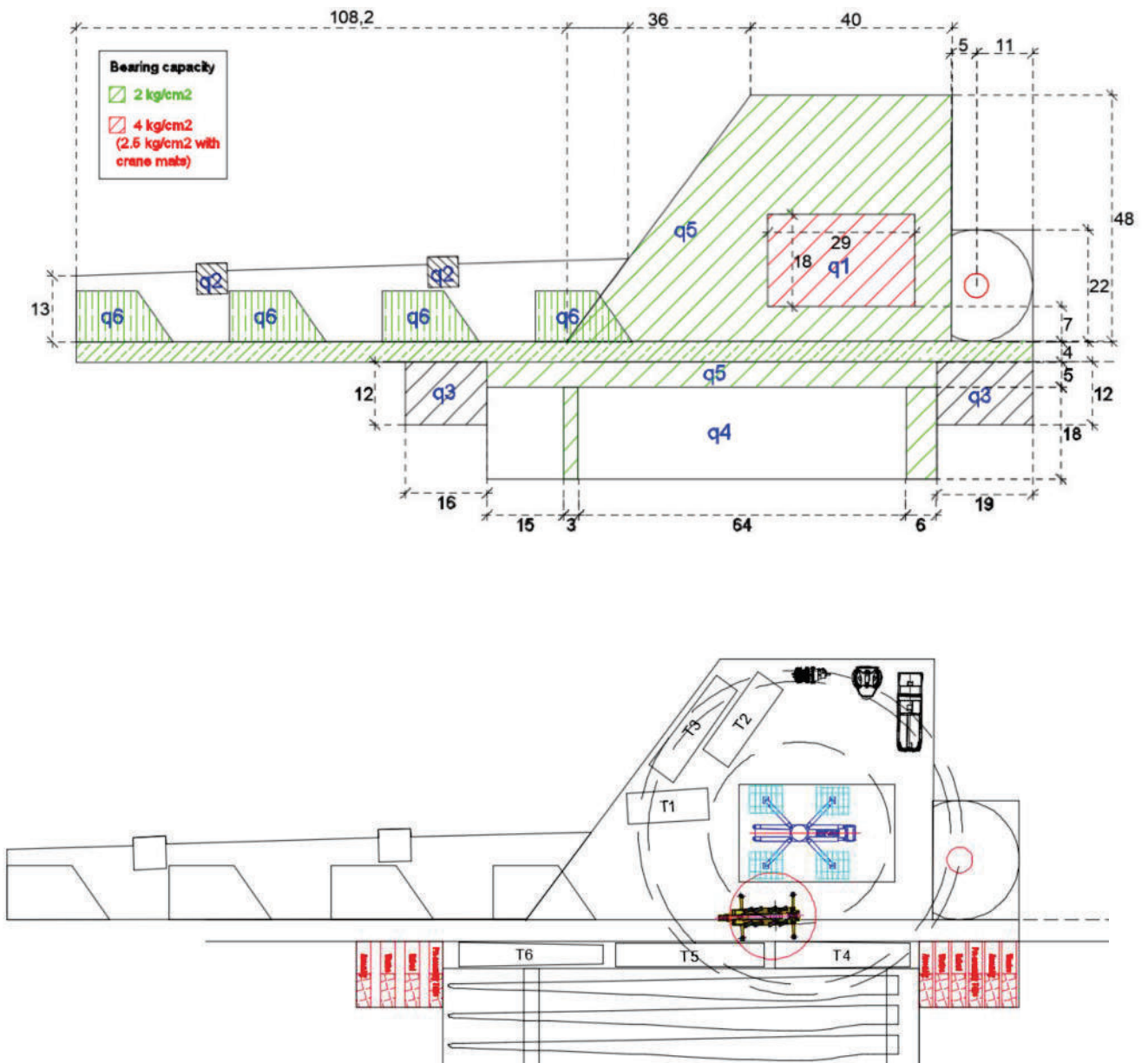
- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q129m x 18m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q540m x 48m + (36m x 48m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q2/q6dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
Partial storage (SGRE standard)	q129m x 18m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q532m x 48m + (36m x 48m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q2/q6dimensions 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 T135m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower



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

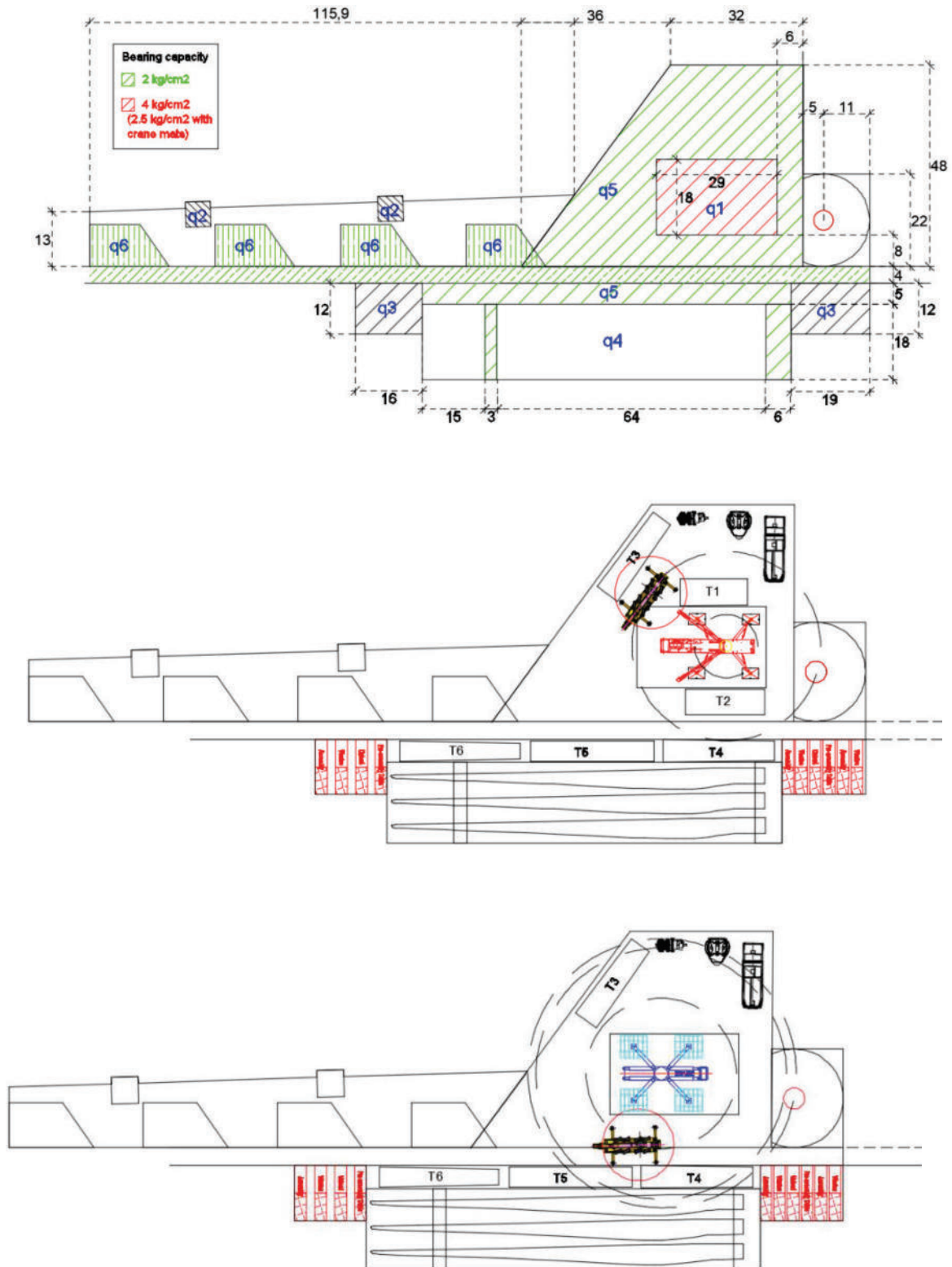


Figure 25 Model T135m -.Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.5.9. T145m steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q126m x 23m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q560m x 51m + (38m x 51m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q2/q6dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
Partial storage (SGRE standard)	q134m x 23m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q547m x 52m + (44m x 52m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q2/q6dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 40 Dimensions of the areas of model T145m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

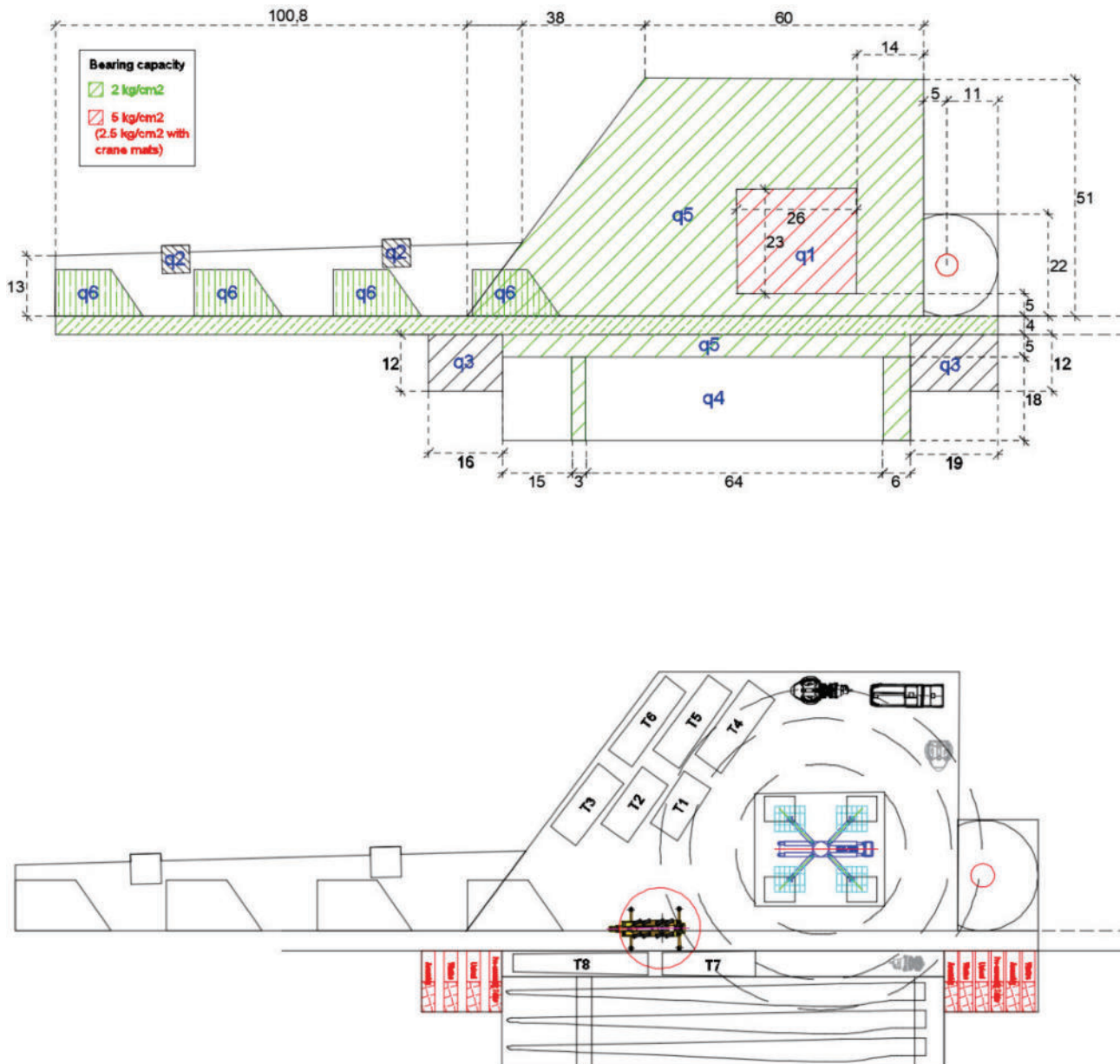


Figure 26 Model T145m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

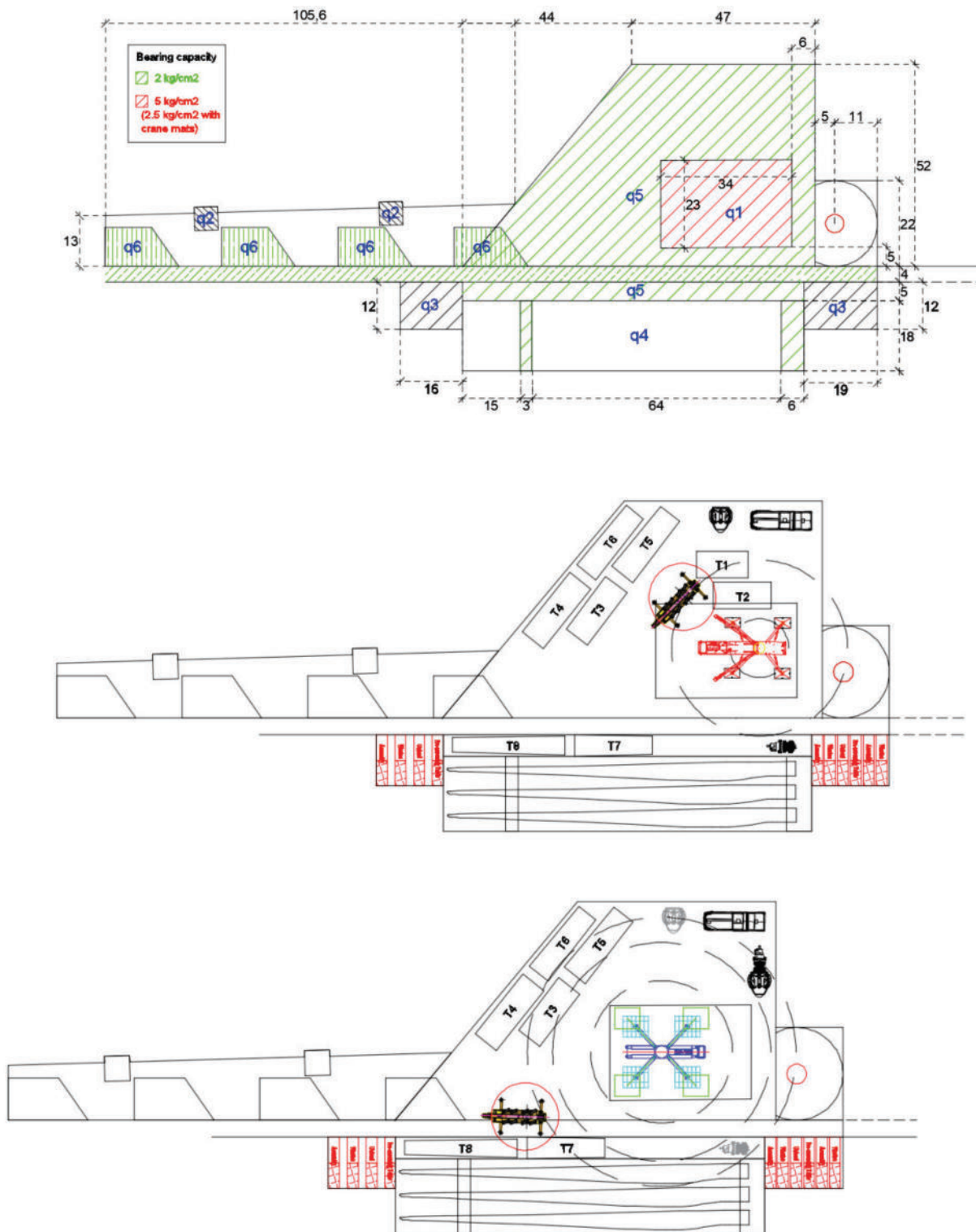


Figure 27 Model T145m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.5.10. T145m tubular steel tower Hardstand with strategy 4

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q126m x 22m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q541m x 49m + (36m x 49m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q2/q6dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
Partial storage (SGRE standard)	q134m x 23m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q539m x 49m + (41m x 49m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q2/q6dimensions 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 T145m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

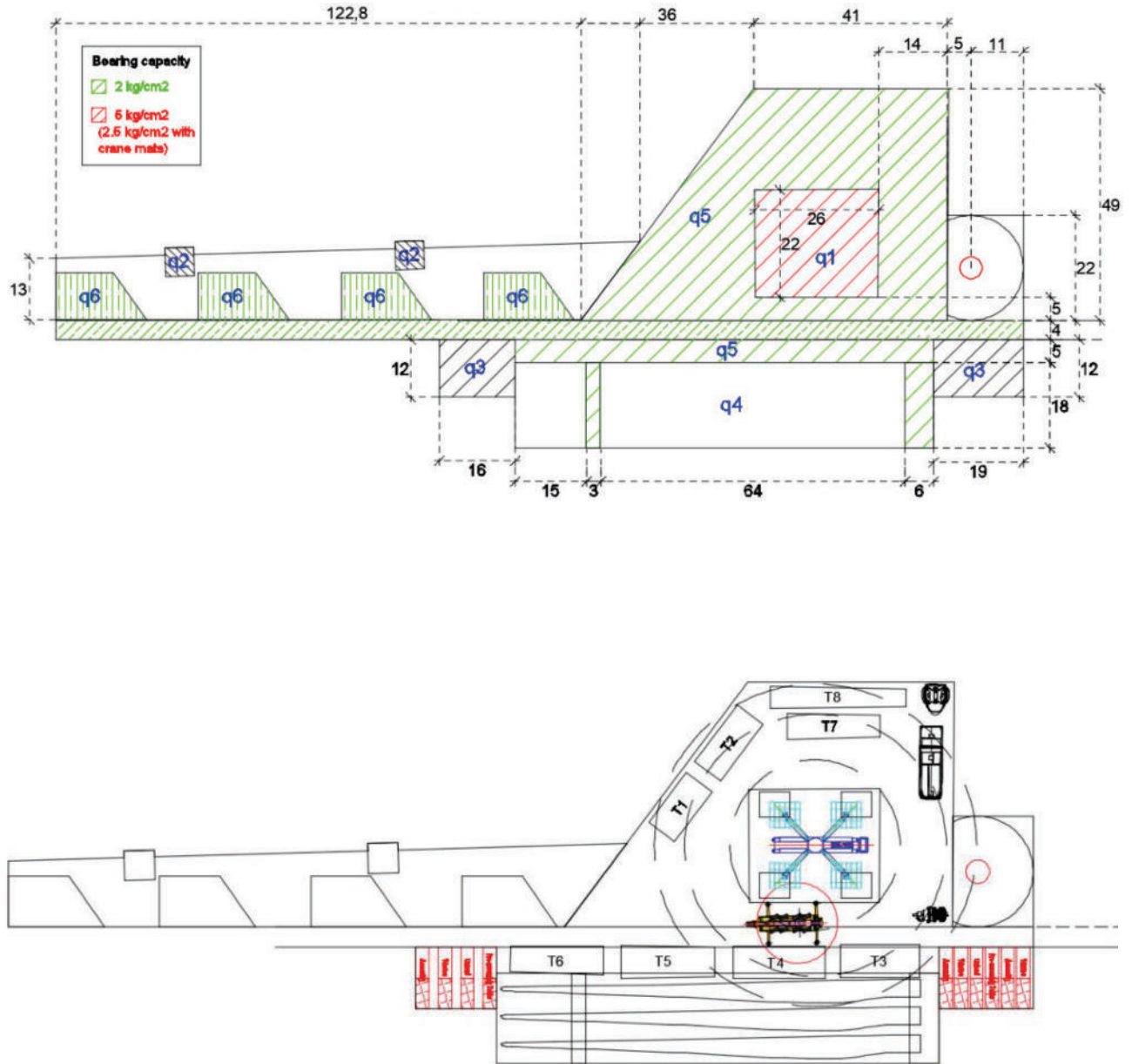


Figure 28 Model T145m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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

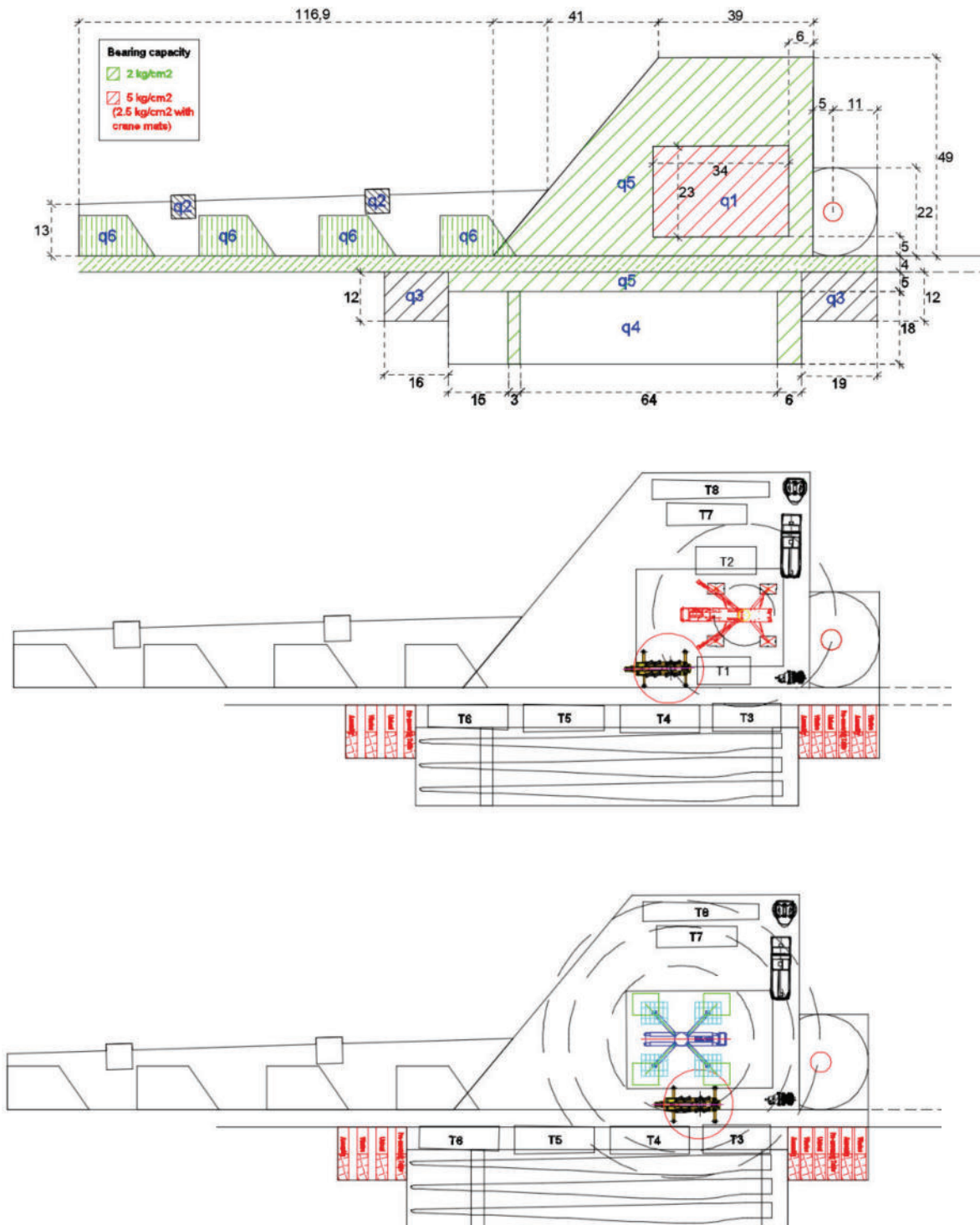


Figure 29 Model T145m -.Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.5.11. T155m tubular steel tower Hardstand with strategy 3

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q134m x 23m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q551m x 51m + (38m x 51m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q2/q6dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
	q134m x 23m
	q316m x 12m + 19m x 12m
Partial storage (SGRE standard)	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q553m x 46m + (38m x 56m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*
	q2/q6dimensions according to the 3.2.7. Requirements for assembly the main crane
	q134m x 23m
	q316m x 12m + 19m x 12m
	q488m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q551m x 51m + (38m x 51m)/2 - q1 + 88m x 5m + reinforced road part*

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 42 Dimensions of the areas of model T155m with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

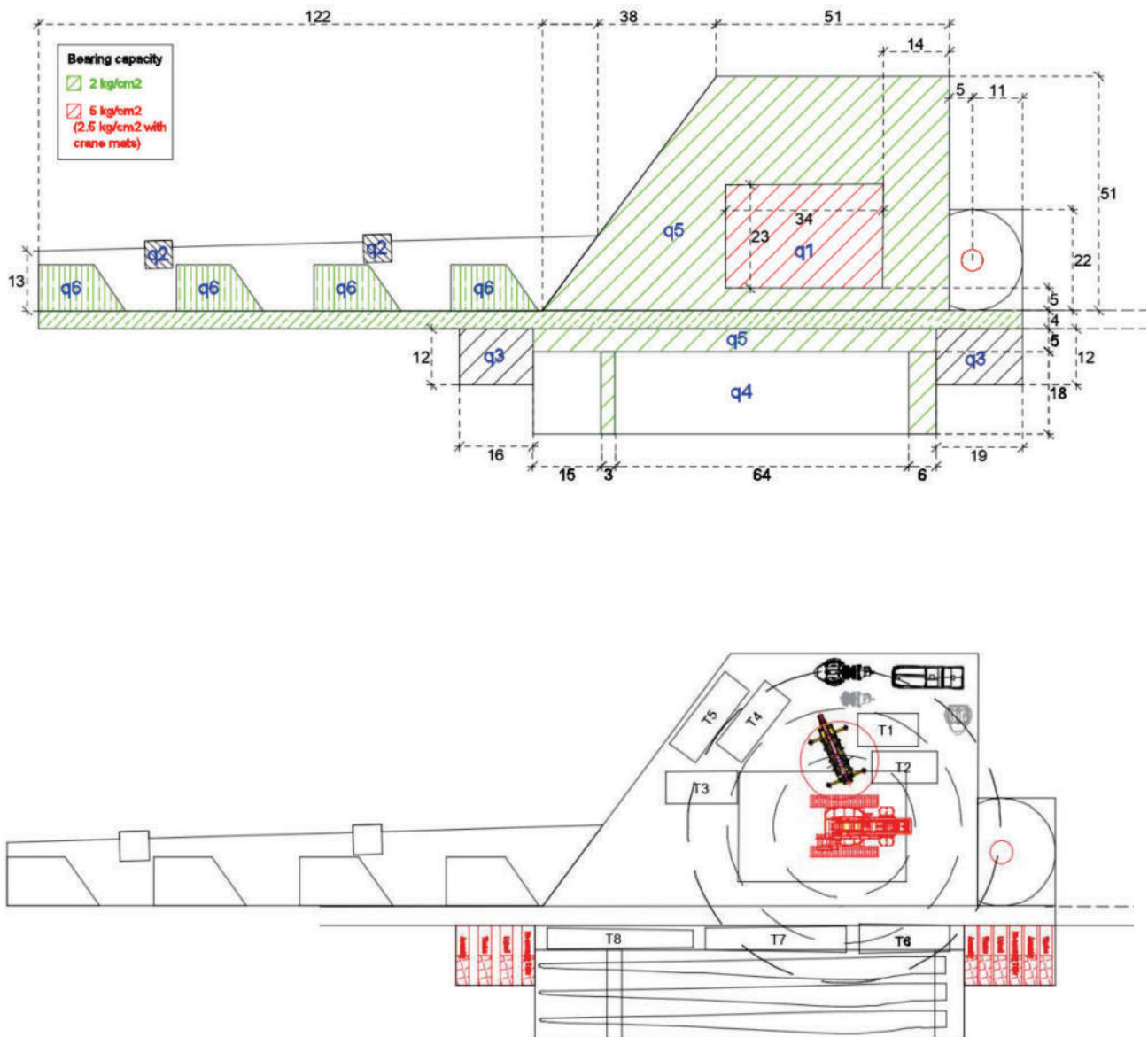


Figure 30 Model T155m – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

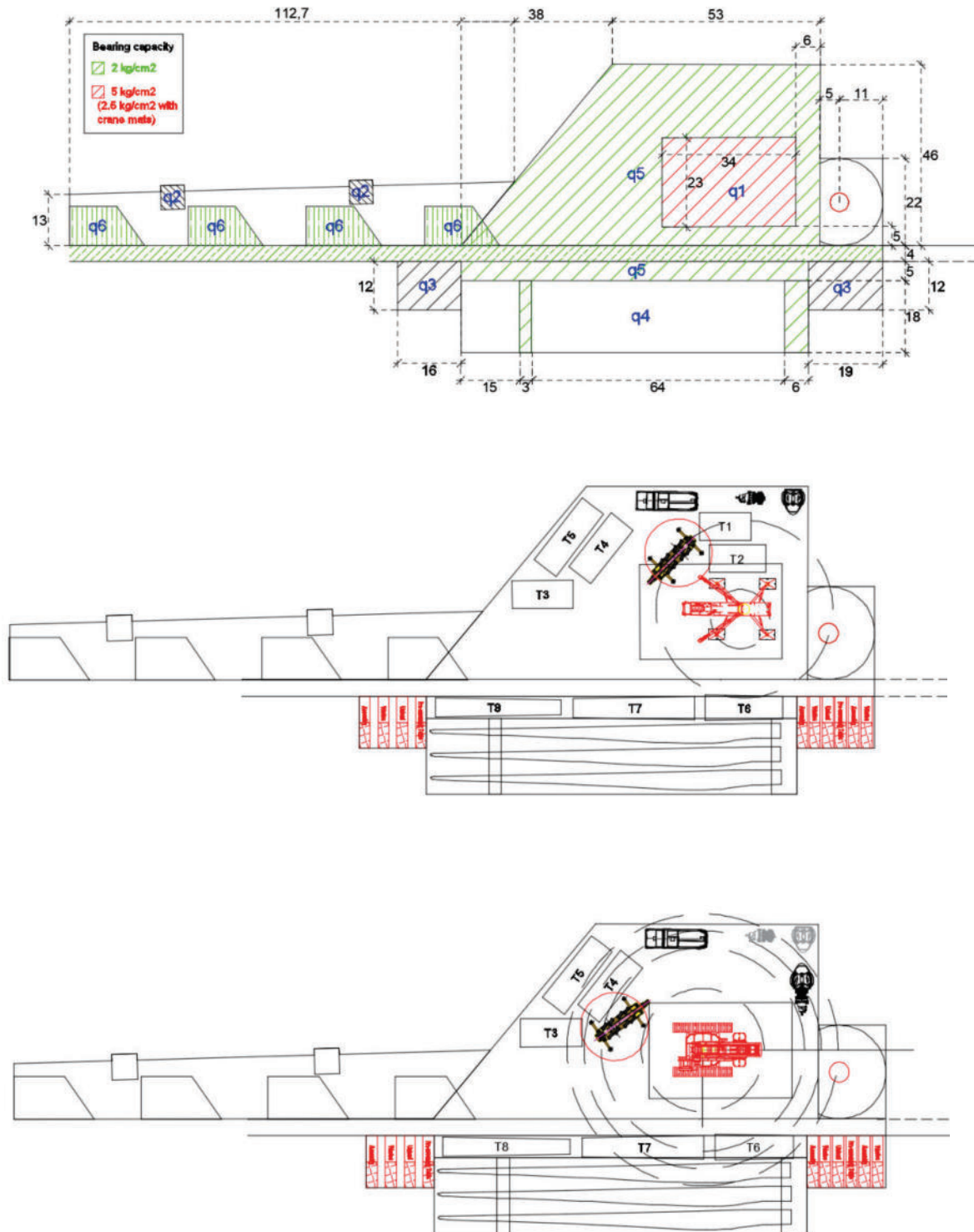


Figure 31 Model T155m -.Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.5.12. 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 43 Dimensions of the areas of model T155m with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase – STD tower

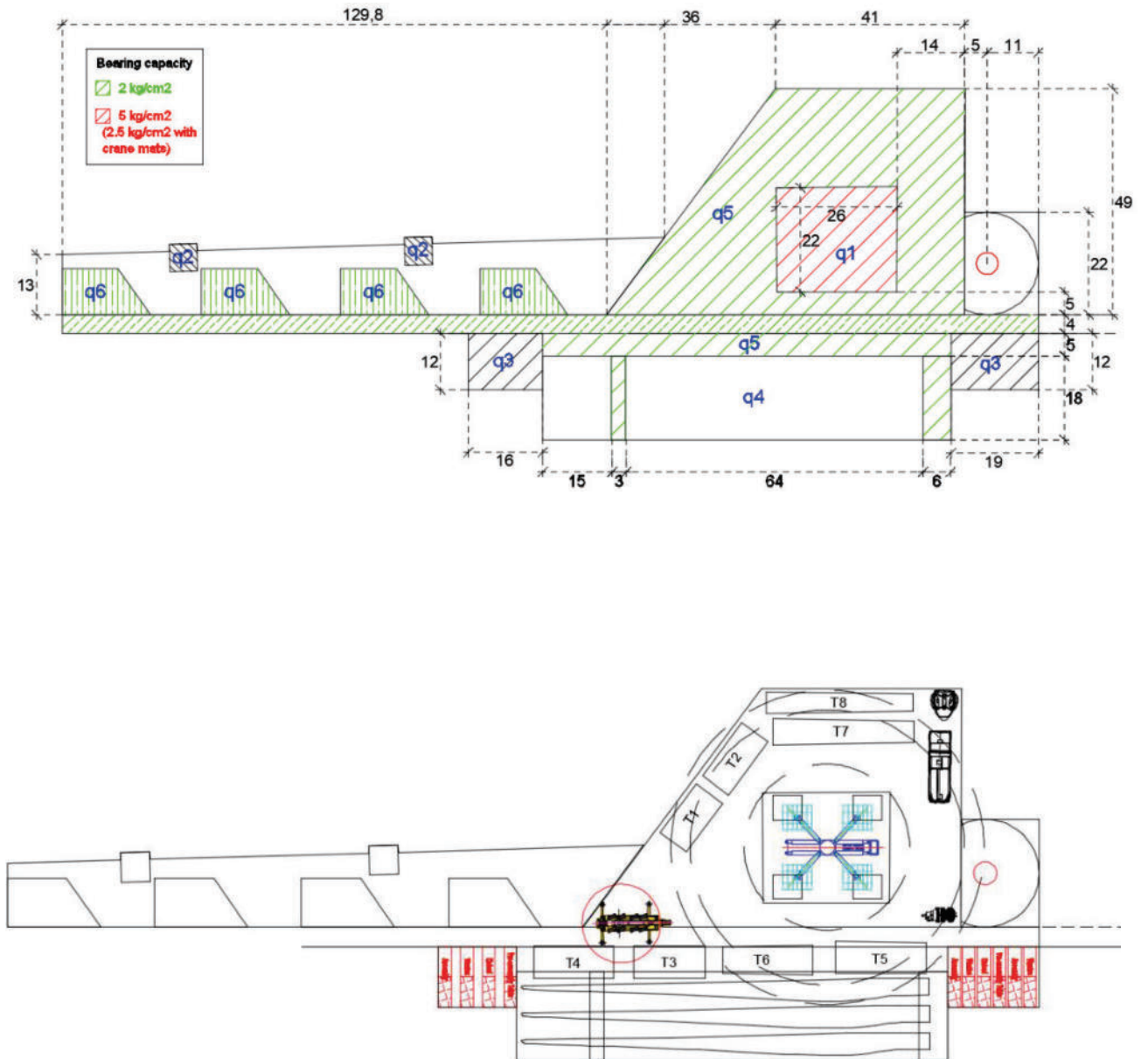


Figure 32 Model T155m – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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

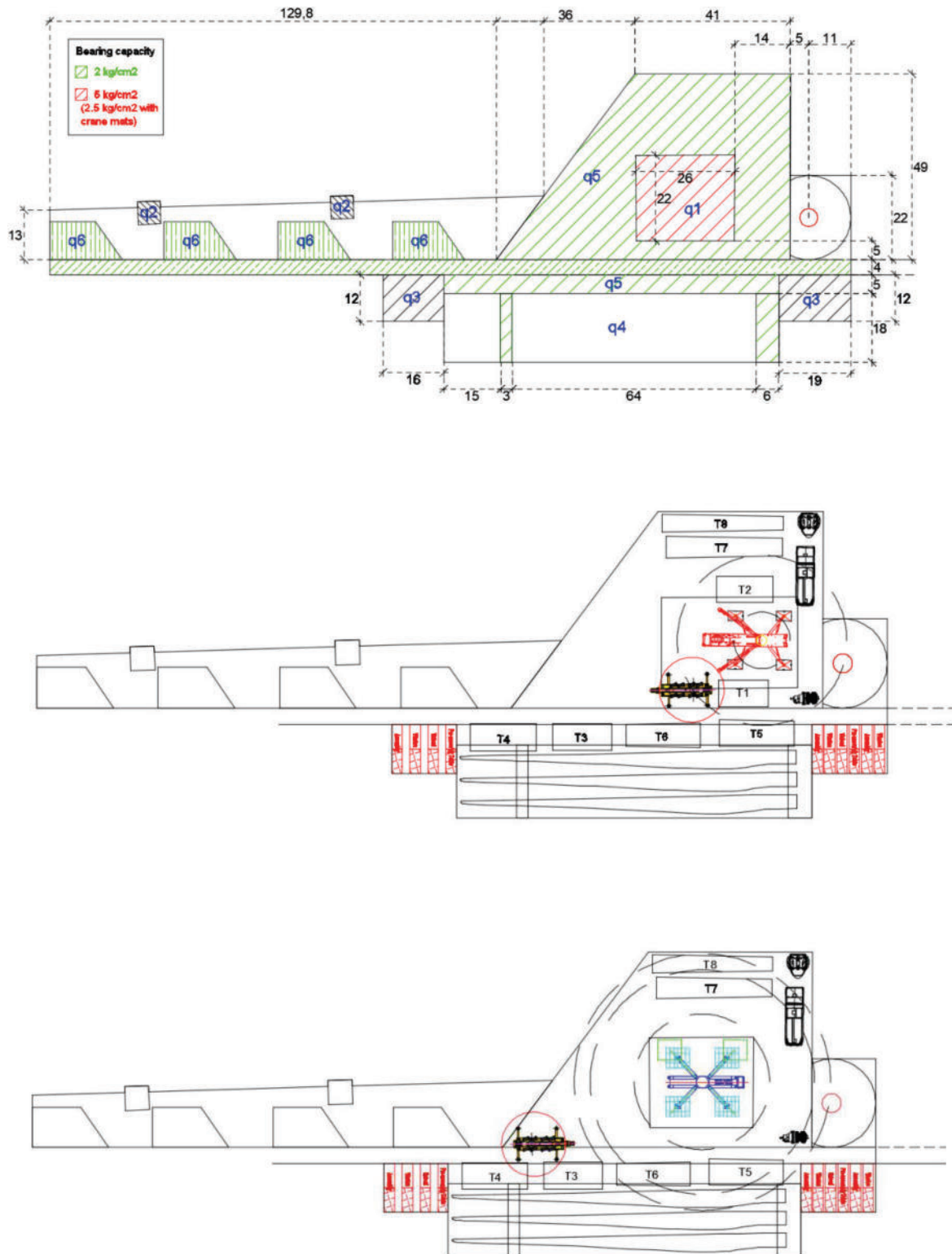


Figure 33 Model T155m -.Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

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

- Tailing crane offloading

Storage conditions	Width x length
Total Storage	q1 51m x 22m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
	q4 88m x 18m (with fingers of q5 hardstand 3m x 18m + 6m x 18m)
	q5 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
	q1 51m x 22m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
Partial storage (SGRE standard)	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 44 Dimensions of the areas of model T165m MB – WT with strategy 3 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

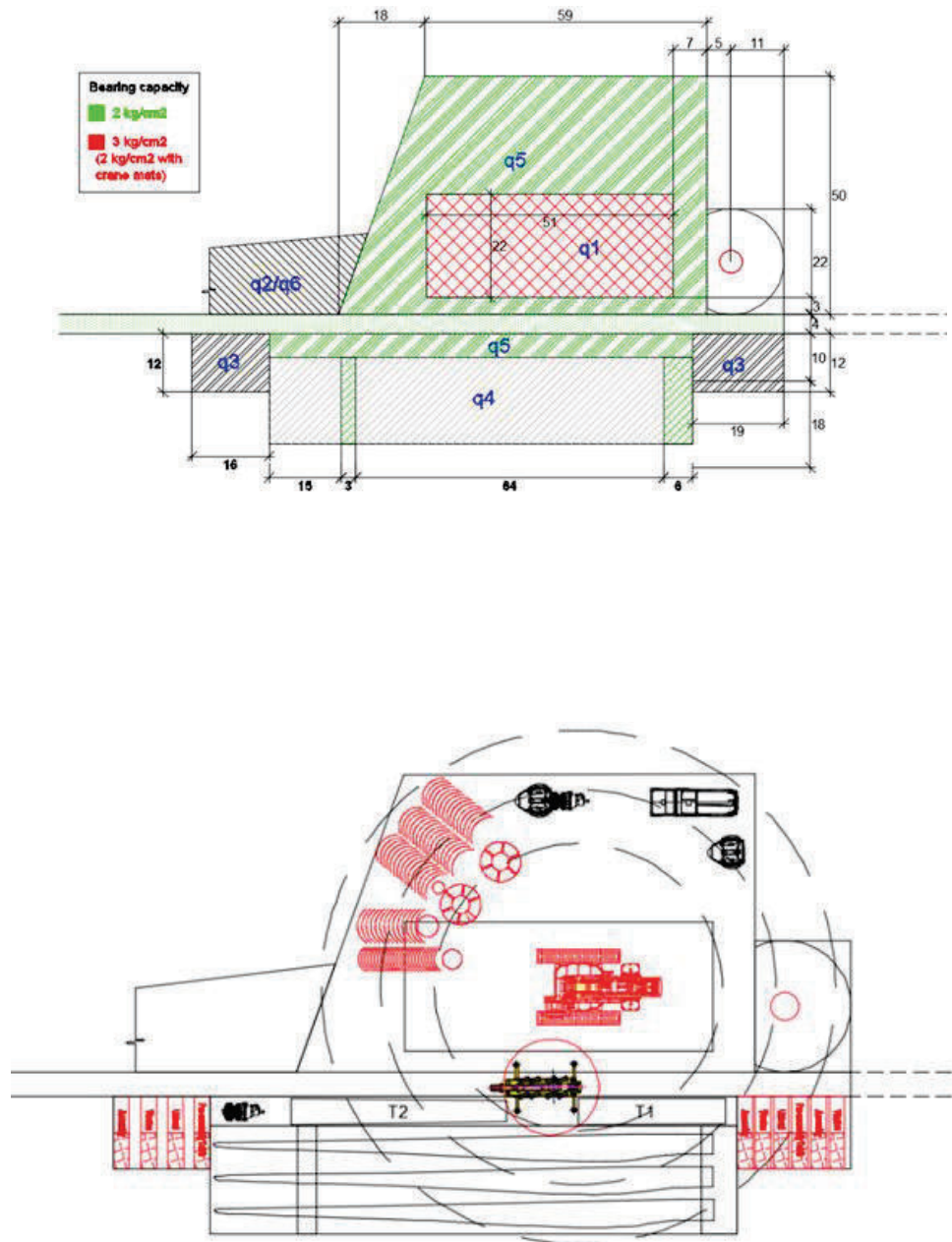


Figure 34 Model T165m MB – WT – Total storage assembling with strategy 3 in 1 phase

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

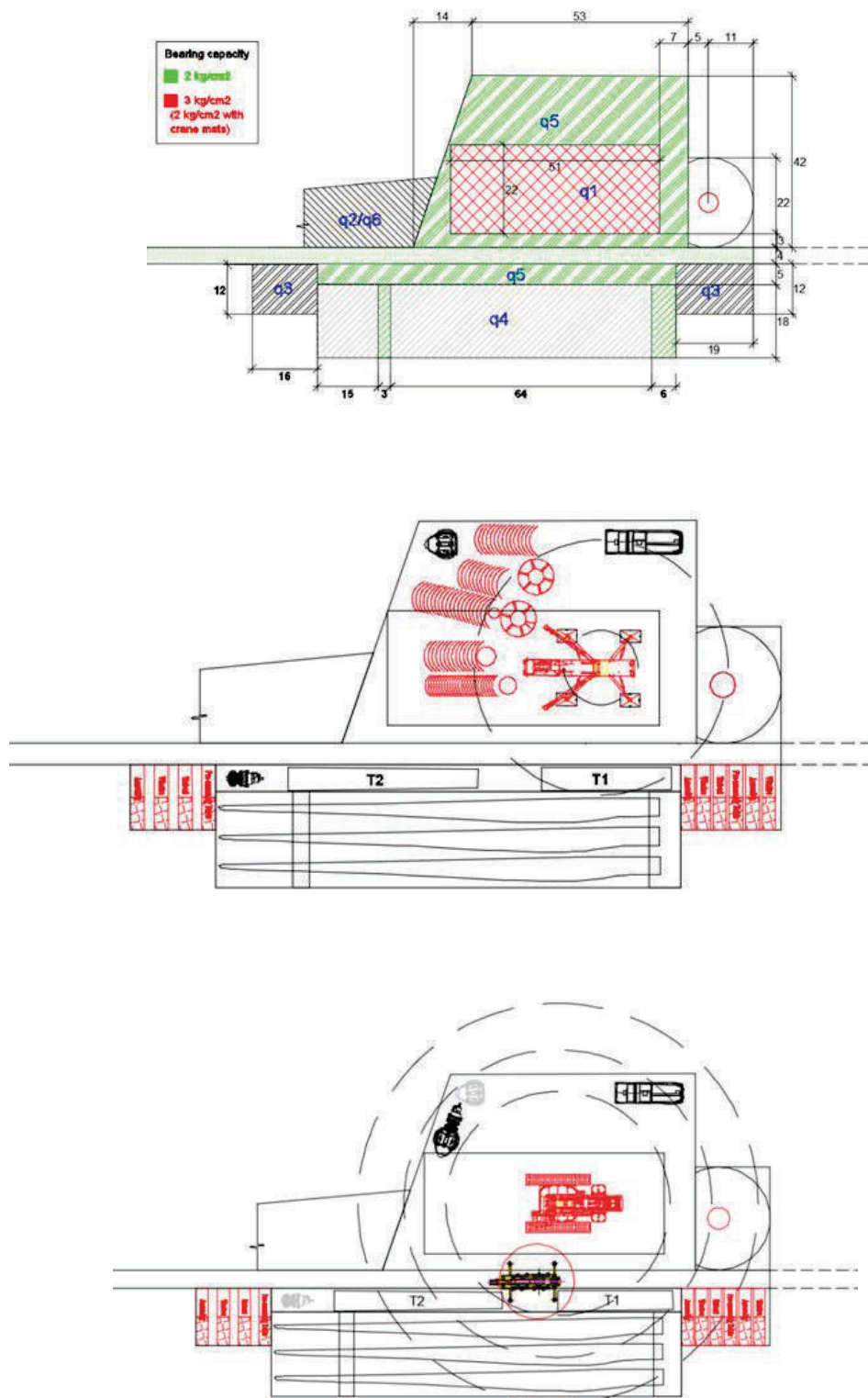


Figure 35 Model T165m MB – WT – Partial storage assembling with strategy 3 in 2 phases

5.5.14. 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
	q1 33m x 28m
	q3 16m x 12m + 19m x 12m
Partial storage (SGRE standard)	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

*Referred to 3.1.4 Road width

Table 45 Dimensions of the areas of model T165m MB – WT with strategy 4 – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1phase

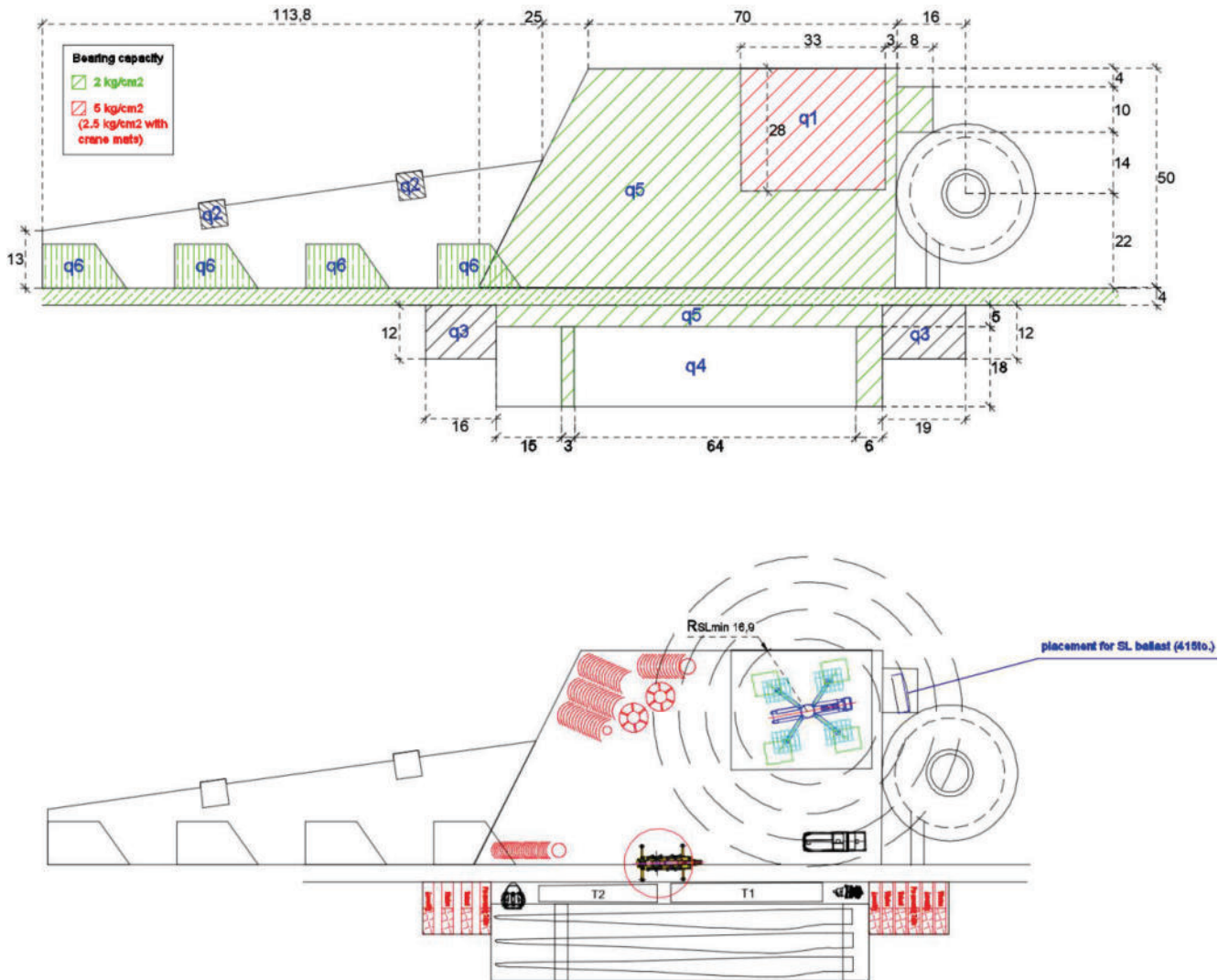


Figure 36 Model T165m MB – WT – Total storage assembling with strategy 4 in 1 phase

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

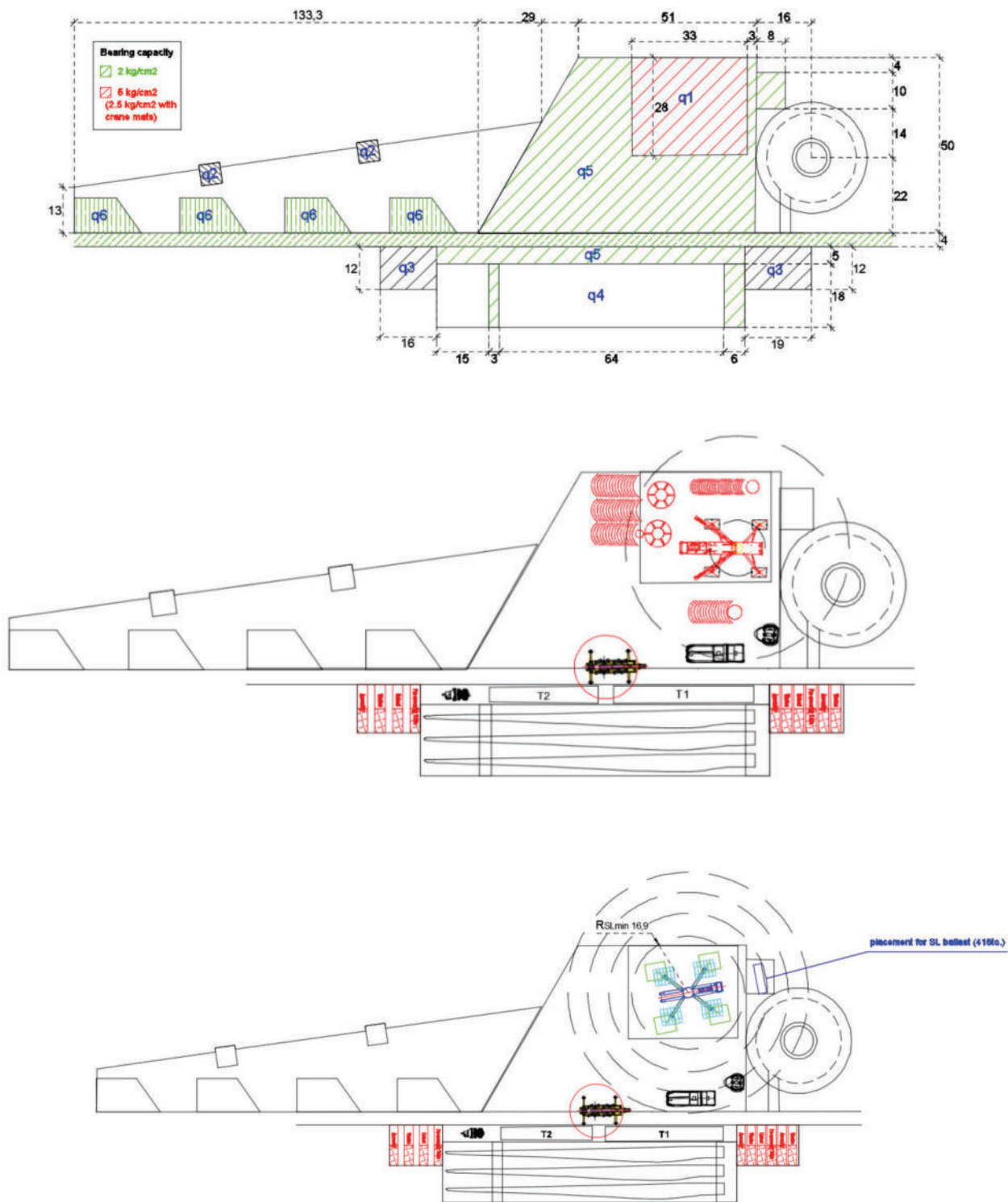


Figure 37 Model T165m MB – WT – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases

5.5.15. JIT storage tubular steel tower Hardstand

- Tailing crane offloading

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

*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.

Table 46 Dimensions of the areas of JIT storage – Tailing crane offloading

- Total storage – Assembly in 1 phase

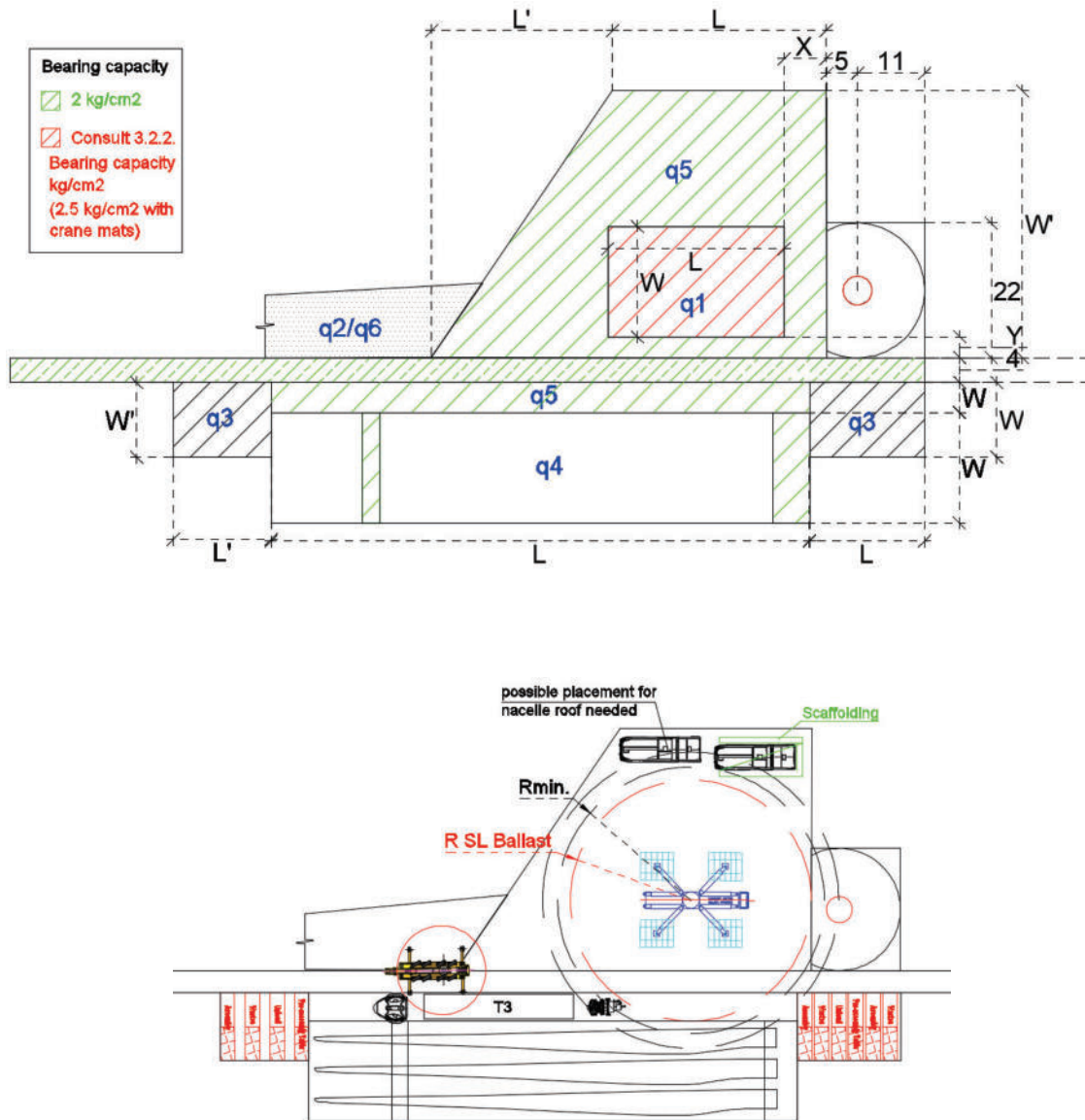


Figure 38 JIT storage reference hardstand

5.5.16. T100m tubular steel tower Hardstand with strategy 4 – Self offloading**

Storage conditions	Width x length
Partial storage (SGRE standard)	q1 50m x 20m + 3m x 15m
	q2 2 x 6m x 6m
	q3 20m x 12m
	q4 88m x 20m (with fingers of q5 hardstand 3m x 20m + 6m x 20m)
	q5 91m x 10m + 32m x 5m + 5m x 5m + reinforced road part*
	q6 2 x (12m x 11m + 7m x 11m / 2)
	q7 40m x 12m

*Referred to 3.1.4 Road width

** This hardstand is available for specific Regions, consult with SGRE if your Region is considered in this group.

Table 47 Dimensions of the areas of model T100m with strategy 4 – Self offloading

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

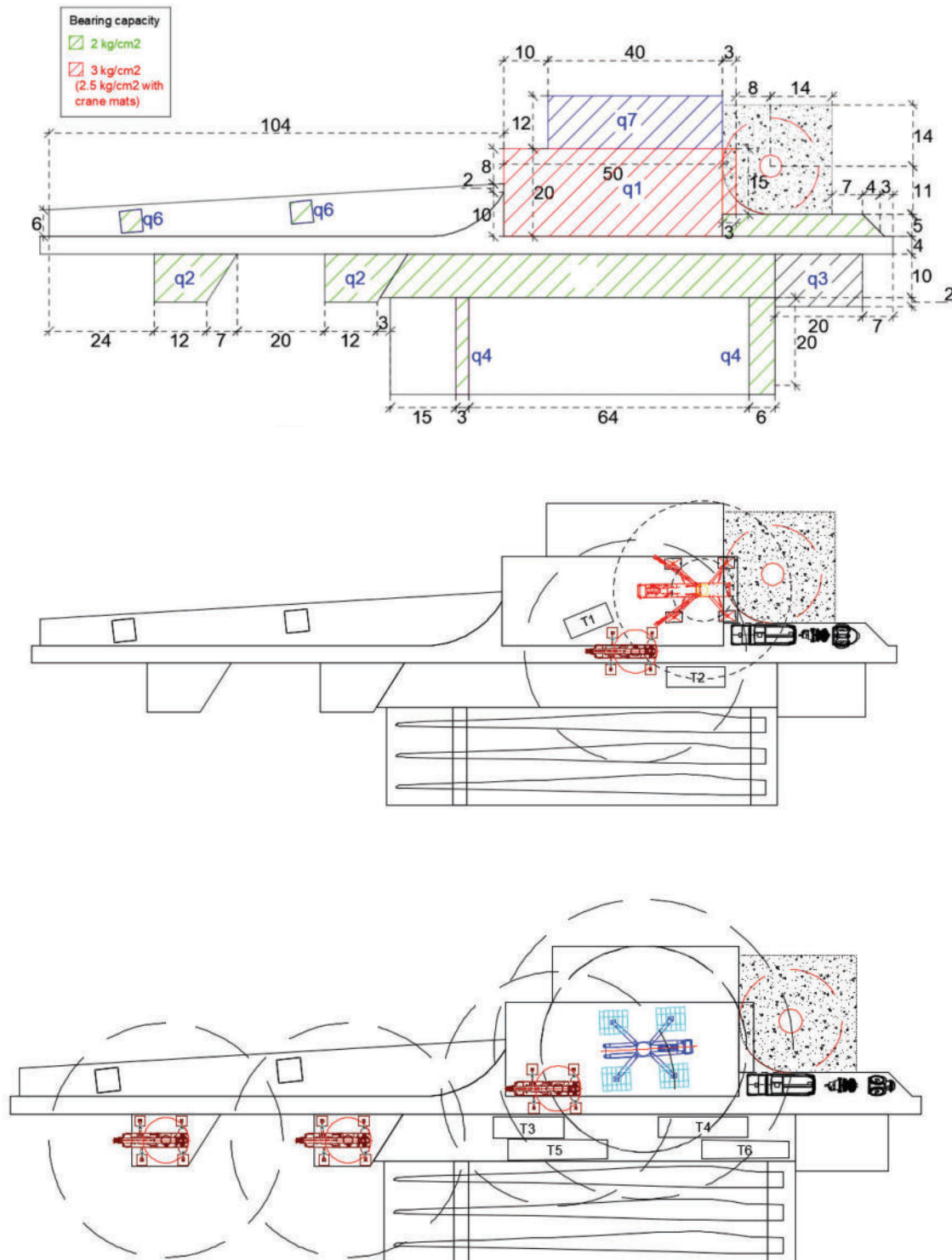


Figure 39 Model T100m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading

5.5.17. T115m tubular steel tower Hardstand with strategy 4 – Self offloading**

Storage conditions	Width x length
Partial storage (SGRE standard)	q1 50m x 20m + 3m x 15m
	q2 2 x 6m x 6m
	q3 20m x 12m
	q4 88m x 20m (with fingers of q5 hardstand 3m x 20m + 6m x 20m)
	q5 103m x 10m + 32m x 5m + 5m x 5m + reinforced road part*
	q6 2 x (12m x 11m + 7m x 11m / 2)
	q7 40m x 12m

*Referred to 3.1.4 Road width

** This hardstand is available for specific Regions, consult with SGRE if your Region is considered in this group

Table 48 Dimensions of the areas of model T115m with strategy 4 – Self offloading

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

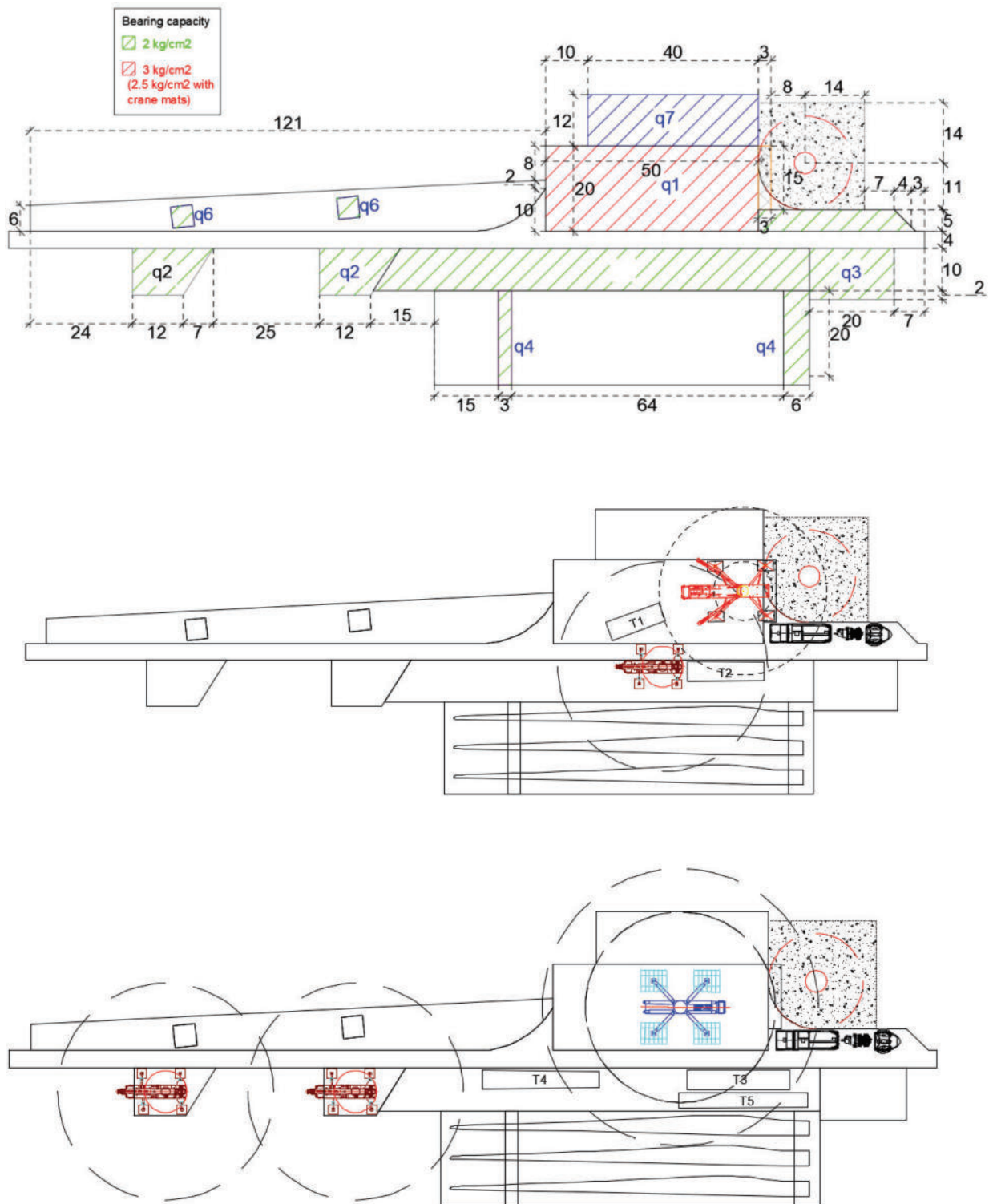


Figure 40 Model T115m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading

5.5.18. T135m tubular steel tower Hardstand with strategy 4 – Self offloading**

Storage conditions	Width x length
Partial storage (SGRE standard)	q1 50m x 20m + 3m x 15m
	q2 2 x 6m x 6m
	q3 20m x 12m
	q4 88m x 20m (with fingers of q5 hardstand 3m x 20m + 6m x 20m)
	q5 103m x 11m + 32m x 5m + 5m x 5m + reinforced road part*
	q6 2 x (12m x 11m + 7m x 11m / 2)
	q7 40m x 12m

*Referred to 3.1.4 Road width

** This hardstand is available for specific Regions, consult with SGRE if your Region is considered in this group

Table 49 Dimensions of the areas of model T135m with strategy 4 – Self offloading

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

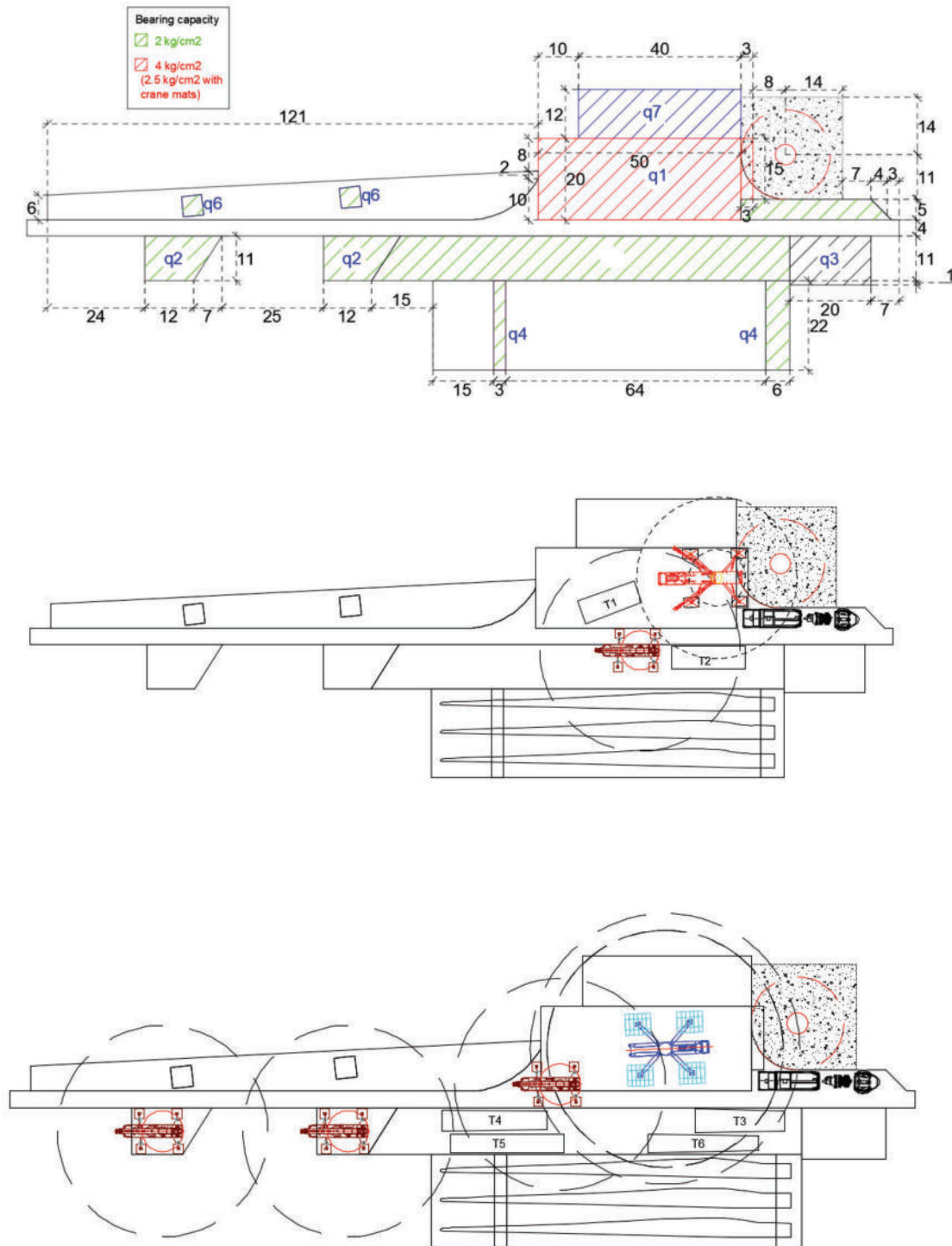


Figure 41 Model T135m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading

5.5.19. T145m tubular steel tower Hardstand with strategy 4 – Self offloading**

Storage conditions	Width x length
Partial storage (SGRE standard)	q1 50m x 20m + 3m x 15m
	q2 3 x 6m x 6m
	q3 20m x 12m
	q4 88m x 22m (with fingers of q5 hardstand 3m x 22m + 6m x 22m)
	q5 88m x 20m + 39m x 5m + 5m x 5m + reinforced road part*
	q6 3 x (12m x 11m + 7m x 11m / 2)
	q7 40m x 12m

*Referred to 3.1.4 Road width

** This hardstand is available for specific Regions, consult with SGRE if your Region is considered in this group

Table 50 Dimensions of the areas of model T145m with strategy 4 – Self offloading

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

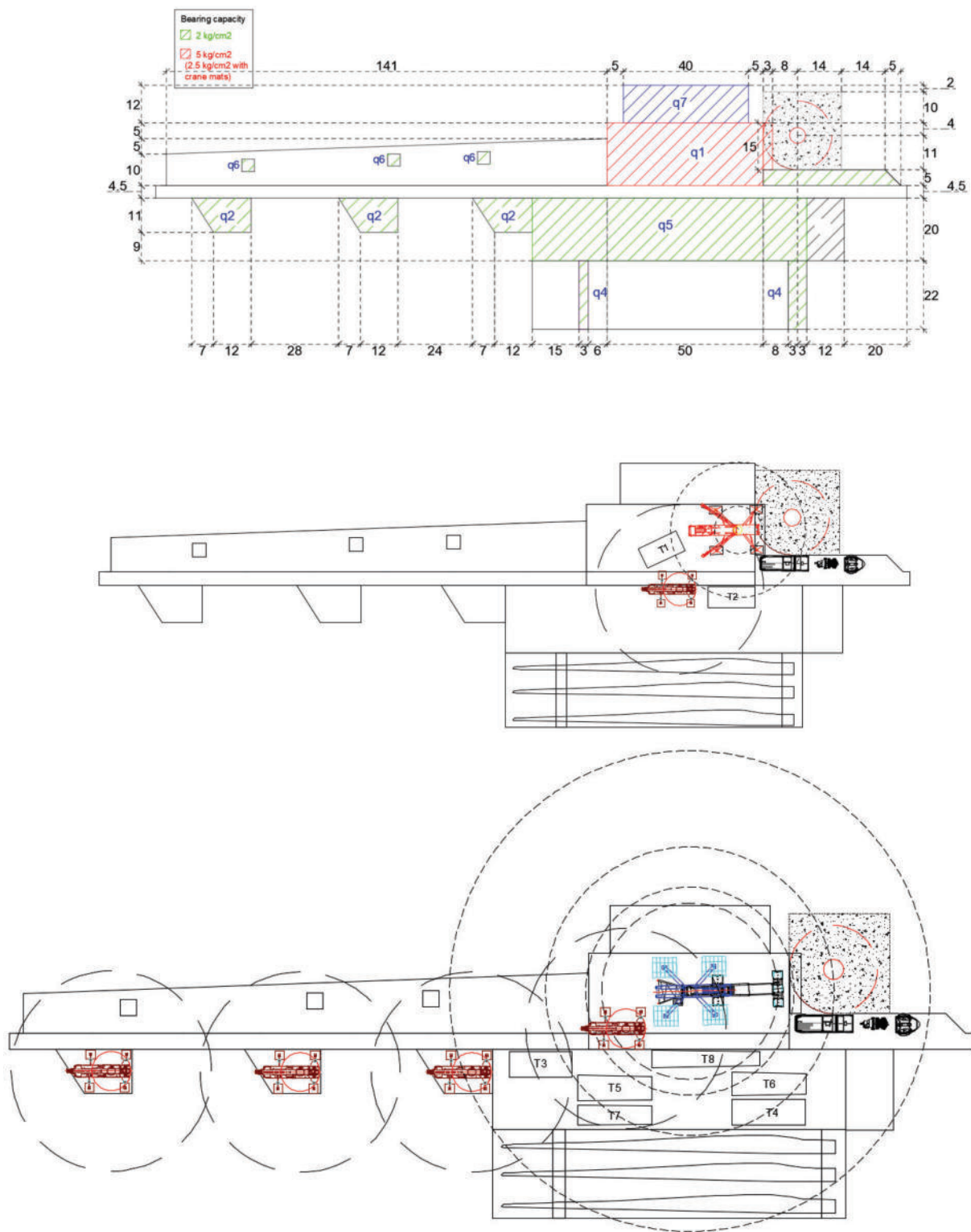


Figure 42 Model T145m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading

5.5.20. T155m tubular steel tower Hardstand with strategy 4 – Self offloading**

Storage conditions	Width x length
Partial storage (SGRE standard)	q1 50m x 20m + 3m x 15m
	q2 3 x 6m x 6m
	q3 16m x 21m
	q4 88m x 22m (with fingers of q5 hardstand 3m x 22m + 6m x 22m)
	q5 88m x 21m + 39m x 5m + 5m x 5m + reinforced road part*
	q6 3 x (12m x 11m + 7m x 11m / 2)
	q7 40m x 12m

*Referred to 3.1.4 Road width

** This hardstand is available for specific Regions, consult with SGRE if your Region is considered in this group

Table 51 Dimensions of the areas of model T155m with strategy 4 – Self offloading

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

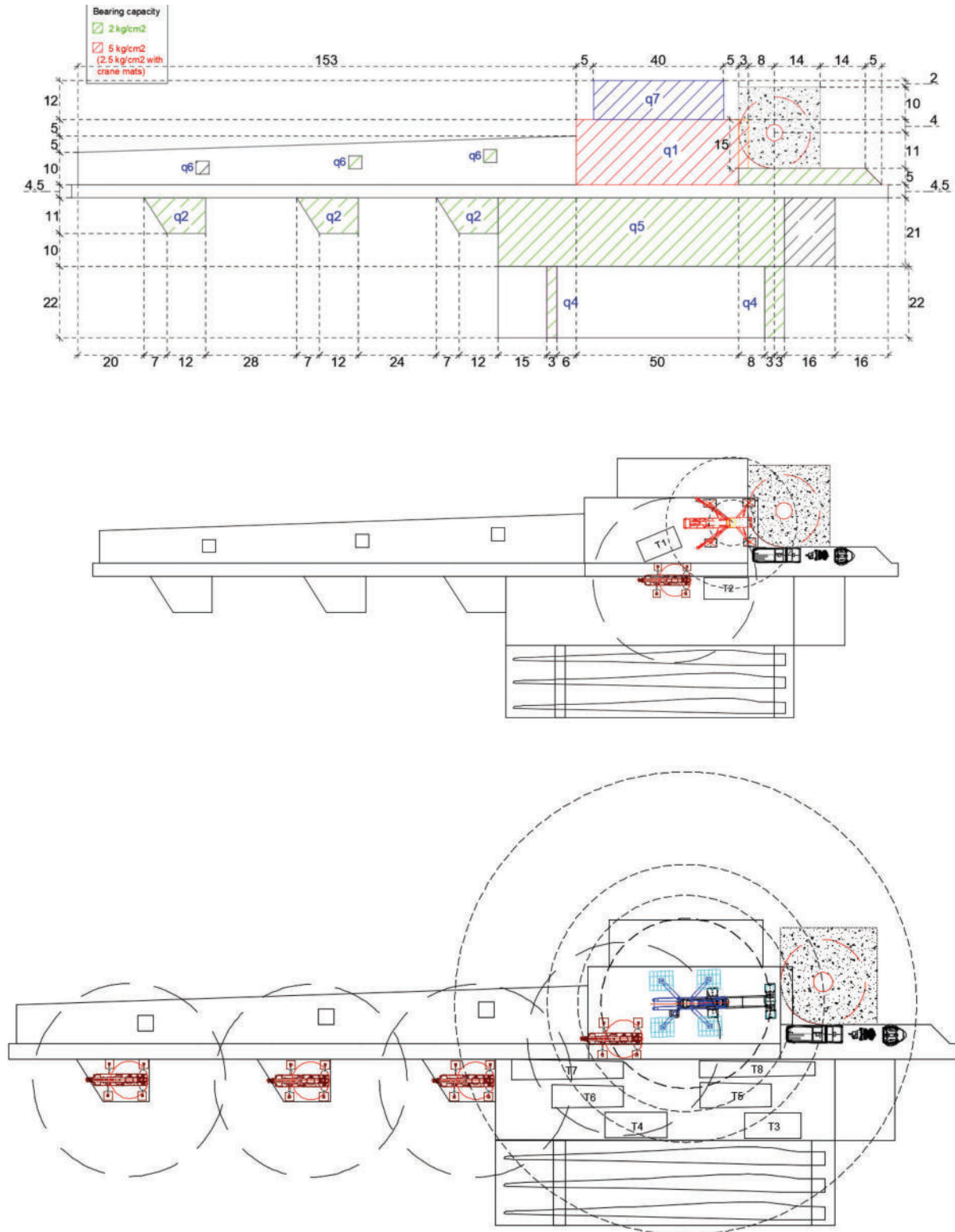


Figure 43 Model T155m – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self offloading

5.5.21. T165m MB tubular steel tower Hardstand with strategy 4 – Self offloading**

Storage conditions	Width x length	
Partial storage (SGRE standard)	q1 57m x 38m	
	q2 2 x 6m x 6m	
	q3 20m x 12m	
	q4 88m x 22m	
	(with fingers of q5 hardstand 3m x 22m + 6m x 22m)	
	q5 88m x 10m	
	+ 32m x 5m + 5m x 5m + reinforced road part*	
q6 3 x (12m x 11m + 7m x 11m / 2)		
q7 39m x 13m		

*Referred to 3.1.4 Road width

** This hardstand is available for specific Regions, consult with SGRE if your Region is considered in this group

Table 52 Dimensions of the areas of model T165m MB with strategy 4 – Self offloading

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

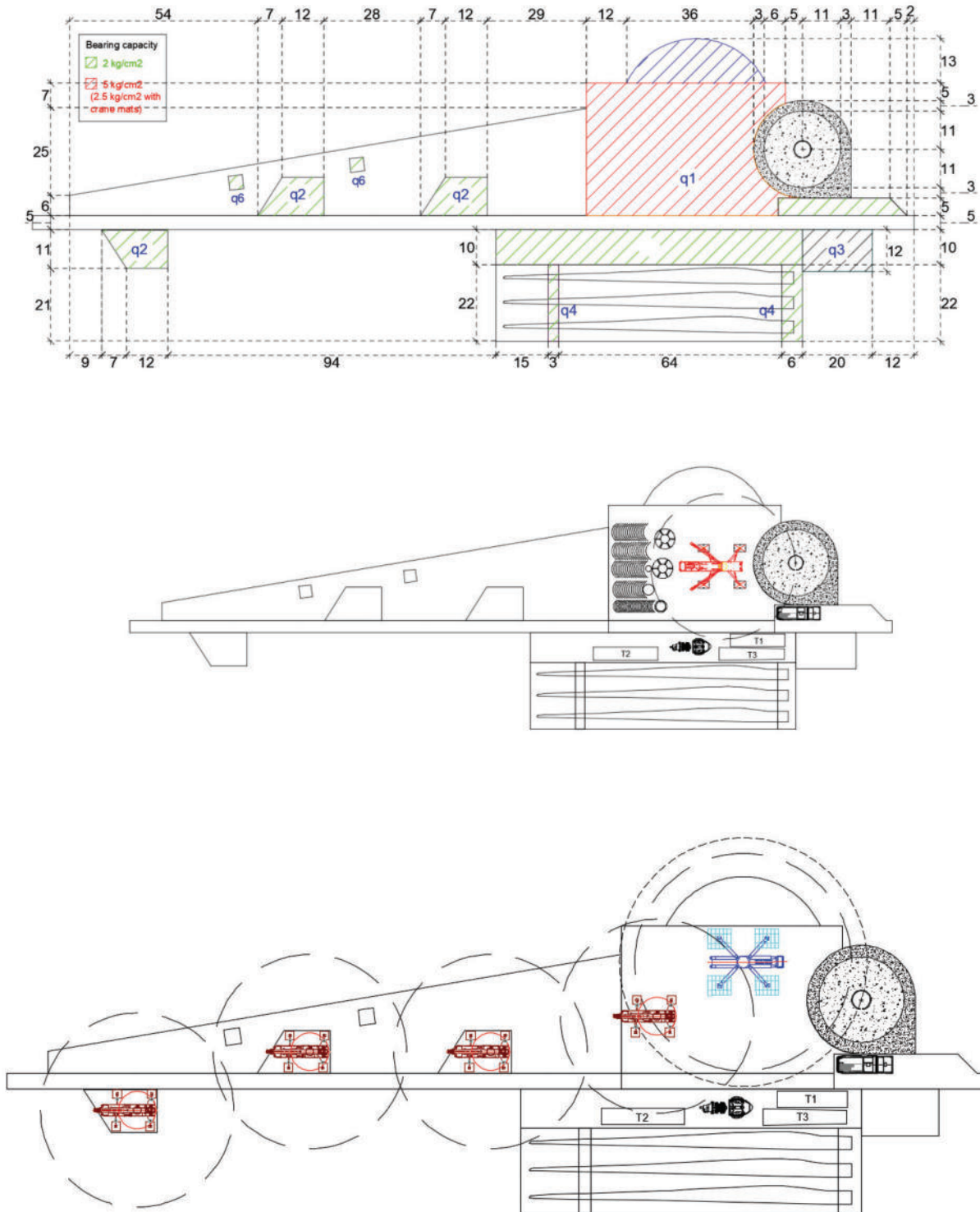


Figure 44 Model T165m MB – Partial storage assembling with strategy 4 in 2 phases – Self