

LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

GENIE CIVIL - OPERE CIVILI

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE
SECTION COURANTE COTE ITALIE – SEZIONE CORRENTE LATO ITALIA
ALIMENTATION 132 KV – ALIMENTAZIONE 132 KV

RAPPORT DESCRIPTIF ET DE CALCUL DES OUVRAGES POUR ALIMENTATION 132 KV /
RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO DELLE OPERE PER ALIMENTAZIONE 132 KV

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	15.11.2016	Première émission PRV / Prima emissione PRV	E. GARIN (BG) G. QUESTI (BG) M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
A	10.02.2017	Révision suite aux commentaires TELT et passage au statut AP/ Revisione a seguito commenti TELT e passaggio allo stato AP	G. QUESTI (BG) M. JANUTOLO (BG) C. SALOT (BG)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI



COD E DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	7	6	7	1	A
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	26	19	49	10	01
------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA
-



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété TELT Tous droits réservés – Proprietà TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE	5
1.1 Generalità.....	5
2.1 Tracciato del cavidotto	6
2.2 Aree in superficie alla testa dei pozzi	7
2.3 Geometria dei pozzi	9
2.4 Nicchie.....	10
2.5 Percorso nel TdB – sezione corrente	10
3. COSTRUZIONE E FASAGGIO DEI LAVORI.....	10
3.1 Pozzi	10
3.2 Nicchie sotto la Val Cenischia.....	11
3.3 Percorso nel TdB	11
3.4 Imbocco Susa.....	12
4. SOSTEGNI.....	12
4.1 Pozzi	12
4.2 Nicchie.....	12
5. RIVESTIMENTI E IMPERMEABILIZZAZIONE	13
5.1 Rivestimenti definitivi	13
5.2 Anello di collegamento.....	14
5.3 Sistema di impermeabilizzazione	14
5.3.1 Generalità.....	14
5.3.2 Caso drenato e non drenato.....	14
6. DISTRIBUZIONE DELLE SEZIONI TIPO.....	14
7. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE SEZIONI TIPO.....	15
7.1 Geologia/Geomeccanica	15
7.2 Materiali e resistenze di calcolo	15
7.2.1 Materiali adottati per i sostegni.....	15
7.2.2 Materiali adottati per i rivestimenti definitivi.....	16
7.3 Pozzi	17
7.4 Nicchie.....	18
7.4.1 Verifica del rivestimento definitivo della nicchia in corrispondenza al piede del pozzo	18
ALLEGATI.....	37

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: sviluppo del tracciato nella prima parte.....	7
Figura 2: Aree in superficie alla testa dei pozzi (dal documento [1])	8
Figura 3: Sistemazioni interne dei pozzi (dal documento [12]).....	9
Figura 4: percorso dei cavi nei cameroni di imbocco	12
Figura 5: modello 3D.....	20

Figura 6: modello di carico con carichi applicati – carico idraulico	21
Figura 7: modello di carico con carichi applicati – carico del terreno	22
Figura 8: Momenti	23
Figura 9: Sforzo normale	24
Figura 10: Sforzo di taglio	25
Figura 11: Diagramma di interazione M-N della sezione armata	26
Figura 12: Momenti	28
Figura 13: Sforzo normale	29
Figura 14: Sforzo di taglio	29
Figura 15: Diagramma di interazione M-N della sezione armata	30
Figura 16: Momenti intorno all'asse orizzontale	31
Figura 17: Sforzo normale verticale	32
Figura 18: Sforzo di taglio lungo l'asse verticale	32
Figura 19: Diagramma di interazione M-N della sezione armata	33
Figura 20: Momenti intorno all'asse verticale	34
Figura 21: Sforzo normale orizzontale	35
Figura 22: Sforzo di taglio lungo l'asse orizzontale	35
Figura 23: Diagramma di interazione M-N della sezione armata	36

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Documenti di riferimento	6
Tabella 2: caratteristiche dei rivestimenti definitivi	13
Tabella 3: Distribuzione delle sezioni tipo	15

RESUME / RIASSUNTO

La présente note décrit les ouvrages de génie civil en souterrain permettant la réalisation de la ligne en câble 132 kV pour la connexion de la nouvelle Sous-Station Électrique (SSE) / Point d'Alimentation (PdA) de Susa à la station Terna de Venaus.

À partir du km 1+400 environ de la liaison, les triades passeront le long des tubes du TdB pour une longueur de 4.7 km environ jusqu'à rejoindre la tranchée couverte au portail de Susa puis la gare internationale.

Le passage de cette liaison le long des tubes du TdB implique les ouvrages suivants:

- Puits de descente sur le TdB à Venaus
- Niches au pied des puits
- Niches pour jonctions.

Le présent rapport décrit la géométrie des ouvrages à réaliser et l'intervention dans les sections du TdB pour l'emplacement des triades.

Il décrit en outre les procédures d'exécution des ouvrages (en particulier, pour le puits et les niches sous le Val Cenischia), les mesures de soutènement, les revêtements définitifs et le système d'étanchéité et drainage.

Enfin le dimensionnement des ouvrages spécifiques est présenté.

La presente relazione ha come scopo la descrizione delle opere civili in sotterraneo che permettono la realizzazione della linea in cavo in doppia terna 132 kV per l'allaccio del nuovo impianto di Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) di Susa alla stazione Terna di Venaus.

A partire dal km 1+400 circa del cavidotto, le terne transiteranno lungo le canne del TdB per una lunghezza di circa 4.7 km, fino a raggiungere la galleria artificiale all'imbocco di Susa e successivamente la stazione internazionale.

Il passaggio di tale linea lungo le canne del TdB comporta le seguenti opere:

- Pozzi di discesa sul TdB a Venaus
- Nicchie ai piedi dei pozzi
- Nicchie per buca giunti.

La presente relazione illustra la geometria delle opere da realizzare e l'intervento nelle sezioni del TdB per l'alloggiamento delle terne.

Descrive inoltre le procedure di esecuzione delle opere (specie per il pozzo e per le nicchie sotto la Val Cenischia), gli interventi di sostegno, i rivestimenti definitivi ed il sistema di impermeabilizzazione e drenaggio. Infine si presenta il dimensionamento delle opere specifiche.

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

1. Introduzione

1.1 Generalità

Sul lato Italiano del Tunnel di Base si prevede un cavidotto AT 132 kV di collegamento tra la cabina Terna di Venaus e la nuova Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) di Susa.

La linea elettrica sarà costituita da due terne di cavi; nel TdB vi è una terna per canna (una nel BP, una nel BD).

Dopo un inquadramento generale del tracciato del cavidotto, la presente relazione descrive la realizzazione delle opere civili che permettono l'introduzione all'interno delle due canne del Tunnel di Base delle due terne ed il loro percorso attraverso di esse. Si presenta inoltre la procedura di realizzazione di tali opere ed il loro dimensionamento.

Per la descrizione funzionale del cavidotto, si rimanda al documento [10] e agli elaborati grafici ad essa connessi ([11] a [13]).

1.2 Documenti di riferimento

I documenti di riferimento sono riassunti nella tabella seguente:

Riferimento	Titolo documento	Codice documento
[1]	Posizionamento planimetrico delle teste pozzi	PRV_C3A_7672_26-19-49_30-03
[2]	Scavo e sostegno – Ramo tipo R0 – Sezioni tipo S5	PD2_C3A_1237e1238_26-90-20_40-03e04
[3]	Carpenterie – Ramo tipo R0 – sezione tipo S5	PD2_C3A_1254_26-90-20_40-23
[4]	Carpenteria – Ramo tipo R0 - planimetria	PD2_C3A_2426_26-90-20_30-01
[5]	Sezione fresa scudata e cavidotto	PRV_C3A_7470a7473_26-01-10_40-10a13
[6]	Scavo e sostegno – Ramo tipo R1 – Sezioni S5	PD2_C3A_1244_26-90-20_40-12
[7]	Relazione tecnica di calcolo	PD2_C3A_2420_26-90-20_10-01
[8]	Tabella ubicazione dei rami	PRV_C3A_1201_26-90-10_10-02
[9]	Relazione illustrativa	PRV_C3A_1200_26-90-10_10-01
[10]	Relazione tecnica funzionale cavidotto 132 kV Venaus-Susa	PRV_C2B_0690_30-10-50_10-01
[11]	Cavidotto 132 kV Venaus-Susa – corografia di tracciato	PRV_C2B_0691_30-10-50_20-01
[12]	Cavidotto 132 kV Venaus-Susa – particolari di impianto	PRV_C2B_0692_30-10-50_60-01
[13]	Sezioni caratteristiche cavidotto 132 kV Venaus-Susa	PRV_C2B_0693_30-10-50_40-01
[14]	Planimetria nicchie per alimentazione 132 kV	PRV_C3A_7485_26-19-49_30-01
[15]	Sezione trasversale e longitudinale delle nicchie per alimentazione 132 kV	PRV_C3A_7486_26-19-49_40-01
[16]	Planimetria della nicchia al piede del pozzo	PRV_C3A_7487_26-19-49_30-02
[17]	Sezione trasversale e longitudinale della nicchia al piede del pozzo	PRV_C3A_7488_26-19-49_40-02
[18]	Nicchie per alimentazione 132 kV – sezioni tipo sostegno S1-S2	PRV_C3A_7490_26-19-49_40-03
[19]	Nicchie per alimentazione 132 kV – sezione tipo sostegno S3	PRV_C3A_7491_26-19-49_40-04
[20]	Nicchie per alimentazione 132 kV – sezione tipo sostegno S5	PRV_C3A_7492_26-19-49_40-05
[21]	Sezione trasversale e longitudinale del pozzo	PRV_C3A_7622_26-19-49_40-07
[22]	Profilo geomecanico lato Italia	PRV_C3B_0103_00-03-03_40-01
[23]	Sezione tipo descrittiva con impianti in rettilo, scavo con fresa scudata, con cavi 132 kV e drenaggio	PRV_C3A_7470_26-01-10_40-10
[24]	Sezione tipo descrittiva con impianti in curva, scavo con fresa scudata, con cavi 132 kV e drenaggio	PRV_C3A_7471_26-01-10_40-11
[25]	Sezione tipo descrittiva con impianti in rettilo, scavo con fresa scudata, con cavi 132 kV e senza drenaggio	PRV_C3A_7472_26-01-10_40-12

**Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV**

[26]	Sezione tipo descrittiva con impianti in curva, scavo con fresa scudata, con cavi 132 kV e senza drenaggio	PRV_C3A_7473_26-01-10_40-13
[27]	Relazione illustrativa	PRV_C3A_1100_26-70-00_10-01
[28]	Sezioni tipo	PRV_C3A_0321_26-70-10_40-12
[29]	Rivestimento nicchie per alimentazione 132 kV – sezione trasversale	PRV_C3A_7493_26-19-49_40-06
[30]	Relazione tecnica e di calcolo	PRV_C3A_3949_26-19-00_10-02
[31]	Profilo geologico-geomeccanico di dettaglio	PD2_C3B_0065_26-60-01_40-01
[32]	Relazione tecnica sul sistema di drenaggio	PRV_C3A_3956_26-19-00_10-02
[33]	Relazione descrittiva	PRV_C3A_3952_26-19-00_10-01
[34]	Collegamento tra rivestimento in conci e rami senza arco rovescio	PD2_C3A_2512_26-90-20_40-34
[35]	Collegamento tra rivestimento in conci e rami con arco rovescio	PD2_C3A_2513_26-90-20_40-35
[36]	Relazione tecnica e di calcolo sul collegamento tra rivestimento in conci e rami	PD2_C3A_2511_26-90-20_10-03

Tabella 1: Documenti di riferimento

1.3 Quadro normativo di riferimento

Il quadro normativo di riferimento è trattato nell'allegato 4.1 del Dossier Preliminare della Sicurezza (documento PRF_C1_0003_00-00-00_10-03).

2. Caratteristiche geometriche e funzionali

2.1 Tracciato del cavidotto

Nel Progetto Definitivo approvato dal CIPE con la Delibera n.19/2015 (PD2) si prevede la realizzazione di una linea in cavo in doppia terna 132 kV per l'allaccio del nuovo impianto di Sottostazione elettrica (SSE) / Posto di Alimentazione (PdA) di Susa alla stazione Terna di Venaus. Tale cavidotto, realizzato in doppia terna con conduttori da 1600 mm², ha una lunghezza di circa 7,8 km. Il tracciato del cavidotto si sviluppa prevalentemente lungo la viabilità locale o su aree già impegnate da altri servizi (autostrade, ferrovie, ecc). Nella parte terminale è prevista la posa dei cavi all'interno di aree di proprietà o in concessione del promotore dell'opera. In totale sono previste 15 buche giunti, ciascuna di dimensioni 8x2,5 m e profondità 2 m.

Nel PD2, la realizzazione di questo collegamento in cavo è prevista anticipata alla fase di cantiere ed in particolare prima dell'inizio dello scavo meccanizzato del Tunnel di Base dall'imbocco di Susa, in modo da poter fornire la potenza elettrica necessaria per il funzionamento delle frese (circa 40 MW a regime). Nel PRV, avendo previsto lo scavo del Tunnel di Base lato Italia da Chiomonte anziché da Susa, non risulta più necessario anticipare la costruzione di questo collegamento per alimentare le TBM in partenza dall'imbocco est del tunnel, le quali verrebbero invece alimentate dalla cabina TERNA prevista sul cantiere della Maddalena.

Nella prima parte del tracciato, restano confermate le soluzioni sopra descritte, previste nel PD2. In particolare le due terne in cavo usciranno dalla sottostazione di Venaus percorrendo un breve tratto di viabilità di servizio della suddetta cabina, fino a raggiungere la strada provinciale 210, all'altezza dell'incrocio con la Via Antica Reale. Il cavidotto percorrerà tale viabilità per circa 1,4 km, fino a raggiungere il punto in cui la nuova linea ferroviaria in tunnel sottopassa la SP 210.

Per questa parte di tracciato si conferma la posa secondo la sezione tipologia di tipo “B”, ossia con due terne in singola trincea interrate ad una profondità di 160 cm.

Nella seguente figura è indicato lo sviluppo del tracciato nella prima parte.

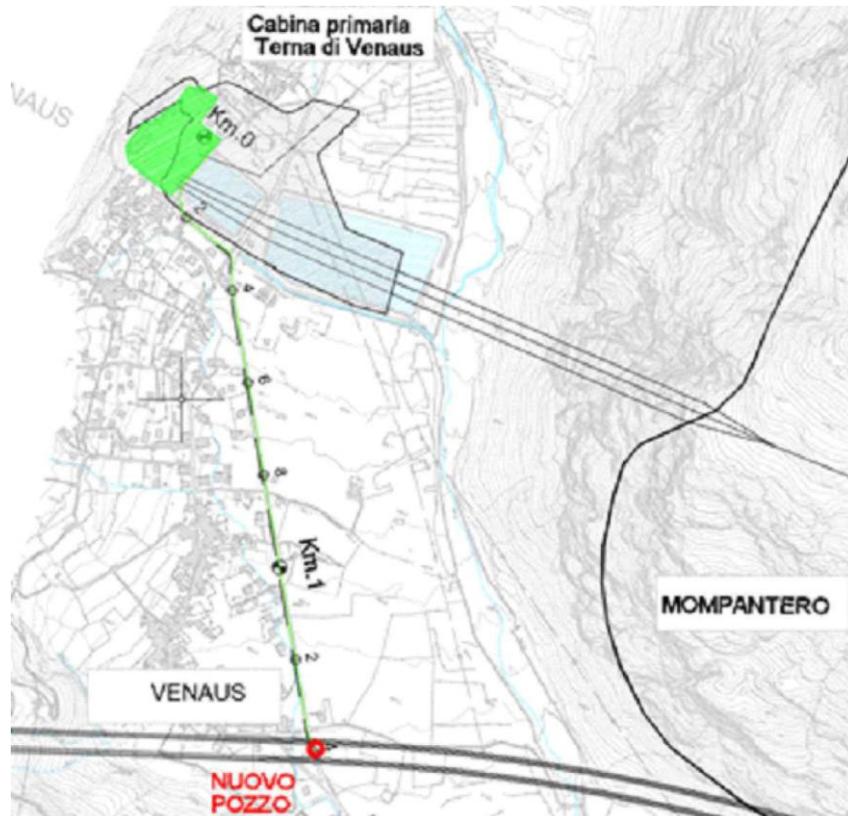


Figura 1: sviluppo del tracciato nella prima parte

In corrispondenza del km 1+400 del cavidotto (**seconda parte del tracciato**), dovranno essere realizzati due collegamenti verticali (pozzi), uno per canna del TdB, per permettere ai cavi di raggiungere la quota a cui corre il tracciato ferroviario, che si sviluppa all'interno del Tunnel di Base, con una copertura di 50 m circa. Il cavidotto intercetterà la sede ferroviaria alla progressiva **56+380 circa**.

Da questo punto, fino all'imbocco lato Italia del tunnel (**km 61+205 BP**) il cavo sarà posato in sede ferroviaria. Una terna sarà posata all'interno della canna pari e una terna sarà posizionata all'interno della canna dispari. Questa soluzione è garanzia di un'elevata affidabilità e disponibilità di esercizio.

Le due terne (una normalmente dedicata all'alimentazione della SSE di trazione e una dedicata all'alimentazione del PdA) sono infatti dimensionate per poter espletare il reciproco soccorso. In caso di incidente in una canna, (o per qualsiasi altra indisponibilità) con richiesta di disalimentazione di una terna 132 kV, la terna nell'altra canna garantirà la continuità di alimentazione.

2.2 Aree in superficie alla testa dei pozzi

Nel documento [1] si mostra il posizionamento dei fori in superficie. Tali pozzi si situano in prossimità dell'abitato di Venaus e della centrale Iren di Pont-Ventoux.

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

L'attrezzatura che dovrà essere utilizzata per la realizzazione delle perforazioni (si veda il § 3.1 per la descrizione dei lavori) avrà un'altezza di circa 30-40 m. Le dimensioni del cantiere, che saranno da precisare in fase esecutiva, sono di circa 20 m x 40 m. Dunque le aree di lavoro necessarie per realizzare i lavori di scavo non sono ridotti come quelli necessari per un sondaggio classico.

In considerazione del fatto che la distanza fra i due pozzi è dello stesso ordine di grandezza della dimensione maggiore del cantiere (circa di 40 m), di fatto si occuperà un'unica area per entrambi i pozzi.

Per quanto riguarda i manufatti di testa dei pozzi, si prevede un locale interrato, con botola di manovra per manutenzione e passauomo.

Sarà inoltre necessario prevedere la posa in opera di una recinzione di sicurezza dei manufatti di testa pozzo e l'installazione di dispositivi di sicurezza AS/AT (videosorveglianza, etc...)

I manufatti di testa dovranno essere realizzati compatibilmente con le fasce di rispetto stradali: rif. Norme regolamento nuovo Codice della Strada - DPR n. 495 -16/12/92:

- Distanza recinzioni da viabilità tipo C - F : 3m;
- Distanza fabbricati da viabilità di tipo C in zone edificabili (fuori da centri abitati) o F in zone urbane : 10m.

La presenza, nella zona interessata, di fabbricati di civile abitazione che si affacciano, con le loro pertinenze, sul lato ovest della S.P. n.210, rende di fatto obbligata la scelta di posizionare entrambi i manufatti sul lato opposto, per consentire il rispetto di questi vincoli.

Sarà pertanto necessario espropriare ed occupare temporaneamente delle particelle di proprietà privata.

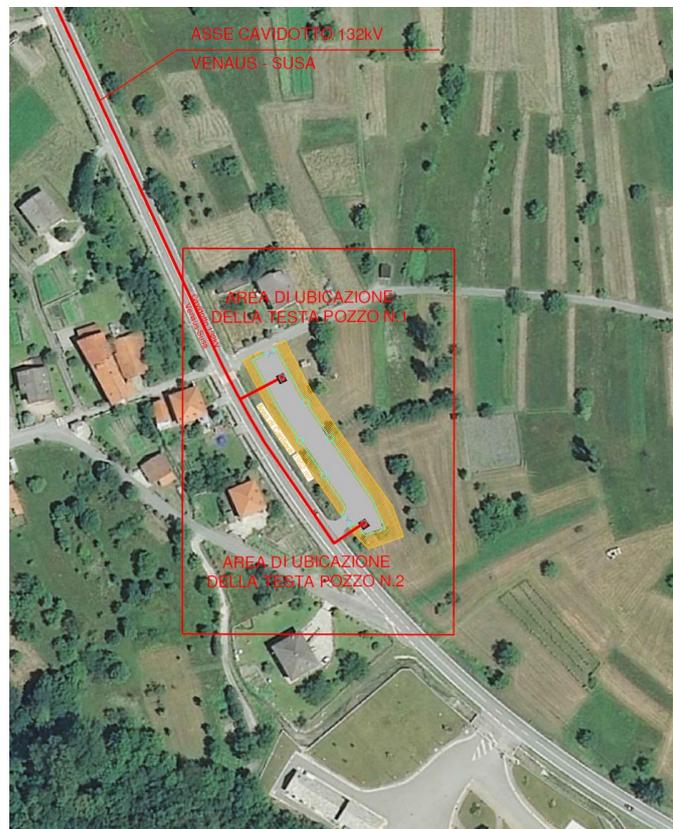
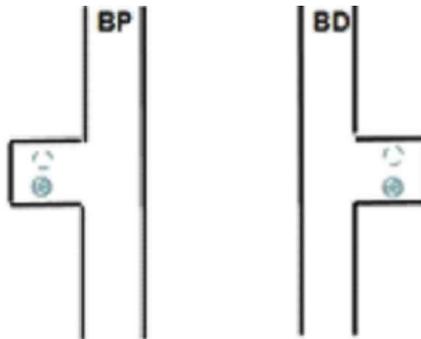


Figura 2: Aree in superficie alla testa dei pozzi (dal documento [1])

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

2.3 Geometria dei pozzi

La lunghezza netta del pozzo connesso al BP è di 43 m e quella del pozzo connesso al BD 47 m. Al di sotto, il pozzo sbocca su una nicchia specifica (nicchia al piede), esterna alla sezione del TdB, in analogia ai rami R2, secondo lo schema seguente. La distanza tra l'asse dei pozzi e l'asse del TdB è di 14.5 m.



Il diametro interno dei pozzi è di 2 m. Essi contengono al loro interno delle piattaforme in pannelli grigliati ogni 2.5 m di altezza e scale disposte in quinconce da un grigliato all'altro.

Alla loro estremità superiore, è presente un locale di 3 m x 3.4 m e 2.6 m di altezza realizzato a cielo aperto ed interrato al livello del terreno naturale.

Per maggiori dettagli sugli aspetti funzionali si veda il documento [10].

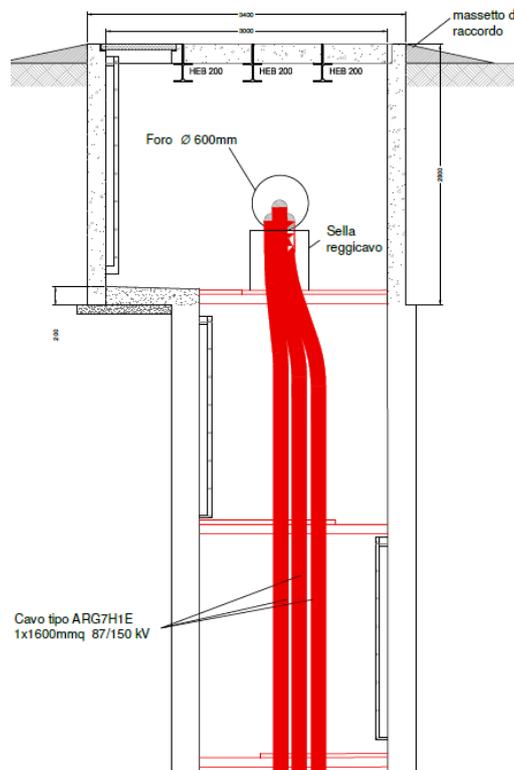


Figura 3: Sistemazioni interne dei pozzi (dal documento [12])

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

2.4 Nicchie

Vi sono 2 nicchie ai piedi dei pozzi e 14 nicchie per buca giunti (7 per canna). Queste ultime sono ubicate ogni 690 m e, una su due, sono fatte coincidere con le nicchie per catenaria. Per l'ubicazione di tali nicchie si veda la tabella rami [8].

In sezione, tali nicchie coincidono con la sezione allargata dei rami (si veda ad es. il documento [4]).

Le nicchie presentano uno spazio utile interno di circa 5.4 m di larghezza e 2.25 m di altezza (al di sopra del pavimento tecnico, 80 cm al di sopra della platea) e, nella posizione centrale, di 3 m di altezza (al di sopra del pavimento tecnico) in modo da consentire l'installazione delle apparecchiature per il sezionamento/catenaria sopra al pavimento tecnico.

La lunghezza utile del locale tecnico è pari a 10 m per le nicchie buca giunti e pari a 11.2 m per le nicchie ai piedi dei pozzi.

Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati da [14] a [17].

2.5 Percorso nel TdB – sezione corrente

All'uscita dalla nicchia, la terna si appoggia su di un basamento ("bauletto") in calcestruzzo gettato in opera sul lato del binario di servizio. Il basamento è protetto dall'incendio con placche in silicato di calcio tamponate nella muretta e fissate sui conci del tunnel, ottenendo per le parti esposte una resistenza al fuoco REI 120. Questi pannelli resistono a carichi accidentali, del tipo attrezzi o strumenti di lavoro appoggiati al di sopra di essi o caduti da altezza d'uomo.

La scelta di far passare i cavi su un basamento continuo piuttosto che in un cavidotto appoggiato su pilastri è legata alla loro massa importante¹, che comporterebbe un interasse tra pilastri molto ravvicinato. La necessità di proteggere termicamente tali pilastri in caso di incendio rincarerebbe ulteriormente il costo di questa soluzione.

Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati da [23] a [26].

3. Costruzione e fasaggio dei lavori

3.1 Pozzi

I pozzi vengono scavati per mezzo di una perforatrice per pali tubati di grande diametro, di tipo Soilmec SR-100 o equivalente (vedi allegato 1). Tale perforatrice è in grado di forare diametri fino a 3 m, ad una profondità superiore ai 50-55 m necessari.

La foratura sarà eseguita a partire dal piano di campagna esistente. Successivamente si realizzerà lo scavo per la realizzazione del pozzetto terminale.

La foratura sarà tubata, siccome la geologia è formata da alluvioni sabbio-ghiaiose non coesive e in presenza di falda freatica. Il tubo sarà costituito di acciaio S355 di spessore 8 mm e diametro 2650 mm.

La foratura verrà proseguita fino alla quota dell'estradosso del sostegno. La corona di jetting che avvolge la futura nicchia, realizzata in precedenza, permetterà di incastrare il tubo in uno strato impermeabile.

Il rivestimento dei pozzi sarà costituito da anelli in calcestruzzo prefabbricato armato a incastro e muniti di guarnizione impermeabile come quelli utilizzati nel microtunneling (tubi in cemento

¹ Secondo i dati di C2, la terna, che ha un peso di 36 kg per metro di lunghezza, è imballata in una canaletta schermante di peso 120 kg per metro di lunghezza.

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

armato per posa a spinta, vedi allegato 2). Tali anelli, di diametro interno 2 m e di spessore 20 cm, saranno introdotti nel foro per elementi di 3 m di massa 9.5 tonnellate ciascuno. Una volta completata la messa in opera degli anelli su tutta la lunghezza del pozzo, lo spazio anulare tra il tubo metallico e la parete esterna degli elementi in calcestruzzo verrà iniettato con malta cementizia per mezzo di tubi ad immersione.

L'impermeabilità del pozzo sarà dunque garantita dalla presenza, dall'esterno all'interno, degli anelli avvitati dei tubi metallici a perdere, della malta cementizia e infine delle guaine copri giunti e le guarnizioni d'impermeabilizzazione tra i giunti dei tubi prefabbricati in calcestruzzo.

La costruzione dei pozzi verrà terminata dal getto del pozzetto terminale ed il successivo rinterro per portarlo nuovamente al livello della superficie.

3.2 Nicchie sotto la Val Cenischia

La realizzazione delle 2 nicchie al piede dei pozzi e delle 4 nicchie per buca giunti sotto la Val Cenischia (2 per canna) si effettuerà allo stesso modo che per i rami di collegamento sotto la Val Cenischia (sezione tipo S5).

Si prevede un pre-trattamento a tergo dei conci del Tunnel di Base mediante iniezioni con tubi valvolati per uno spessore totale almeno pari a 5 m e l'esecuzione di una doppia coronella di colonne secanti in jet-grouting (su tutto il contorno dello scavo). Le perforazioni per l'esecuzione del trattamento avranno una lunghezza pari a 18 m e saranno eseguite attraverso i conci delle gallerie di linea. Il diametro delle colonne dovrà essere pari almeno a 70 cm.

Il drenaggio dell'acqua intrappolata nel futuro nucleo di scavo si esegue mediante tubi in PVC microfessurati $\phi 60$ mm.

Si eseguono inoltre iniezioni nel futuro nucleo di scavo mediante tubi valvolati. Tali iniezioni dovranno essere eseguite per settori, contemporaneamente al drenaggio delle zone circostanti. Lo scopo è di eliminare progressivamente l'acqua e sostituirla all'interno dei vuoti con la miscela di iniezione.

Si prevede inoltre la realizzazione di un piezometro spia all'interno del nucleo mediante tubo in PVC microfessurato $\phi 60$ mm, allo scopo di valutare l'efficacia dei trattamenti.

Al fine di poter cominciare lo scavo della nicchia, è necessaria la rimozione e parziale taglio dei conci del Tunnel di Base nella sagoma di ingombro.

Lo scavo della nicchia si effettua con passi di 1 m, con messa in opera del sostegno costituito da centine in acciaio e di cls proiettato fibrorinforzato.

Per quanto riguarda le nicchie al piede dei pozzi, le centine ubicate in corrispondenza della base del pozzo (che verranno scoperte all'avanzamento degli scavi) saranno comunque messe in opera ed avranno il fine di sostenere provvisoriamente gli elementi di rivestimento in calcestruzzo prefabbricato. Le centine dovranno essere tagliate una volta che gli elementi si appoggeranno correttamente sul rivestimento definitivo.

Il rivestimento della nicchia sarà costituito da un anello in calcestruzzo armato (come descritto nel documento [4]). L'impermeabilizzazione sarà garantita da un geotessile e una membrana in PVC di 3 mm di spessore.

3.3 Percorso nel TdB

Nella sezione corrente del TdB, il basamento destinato a supportare la terna di cavi e la canaletta schermante (quando presente) sarà realizzata durante i lavori dei marciapiedi e delle

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

sistemazioni interne. Essa verrà gettata in una volta sola prima del getto del calcestruzzo di copertura dei 12 cavi a bassa tensione, al fine di poterlo incastrare con quest'ultimo.

Dopo la posa della terna di cavi nella culla realizzata nella parte superiore del basamento, potrà essere montata la protezione termica in placche in silicato di calcio.

Tali placche prefabbricate sono ritagliate e fissate in modo simile ad una cassa in pannelli di legno. Gli elementi verticali sono quindi tamponati nel basamento in calcestruzzo. Inoltre, una mensola continua verrà fissata sui conci del tunnel per formare un appoggio per il coperchio che sarà posato e avvitato sul pannello verticale.

La terna sarà accessibile in futuro svitando il coperchio.

3.4 Imbocco Susa

Nei cameroni situati all'imbocco Est del TdB, i cavi dalla muretta si porteranno al di sotto del marciapiede di servizio. Essi dovranno quindi effettuare due curve di raggio verticale per arrivare alla loro nuova quota, poi due curve orizzontali permetteranno il posizionamento nel loro nuovo asse.

Il percorso dei cavi è mostrato nello schema seguente.

Si vedano gli elaborati [27] e [28] per il posizionamento del cavidotto all'interno della galleria artificiale.

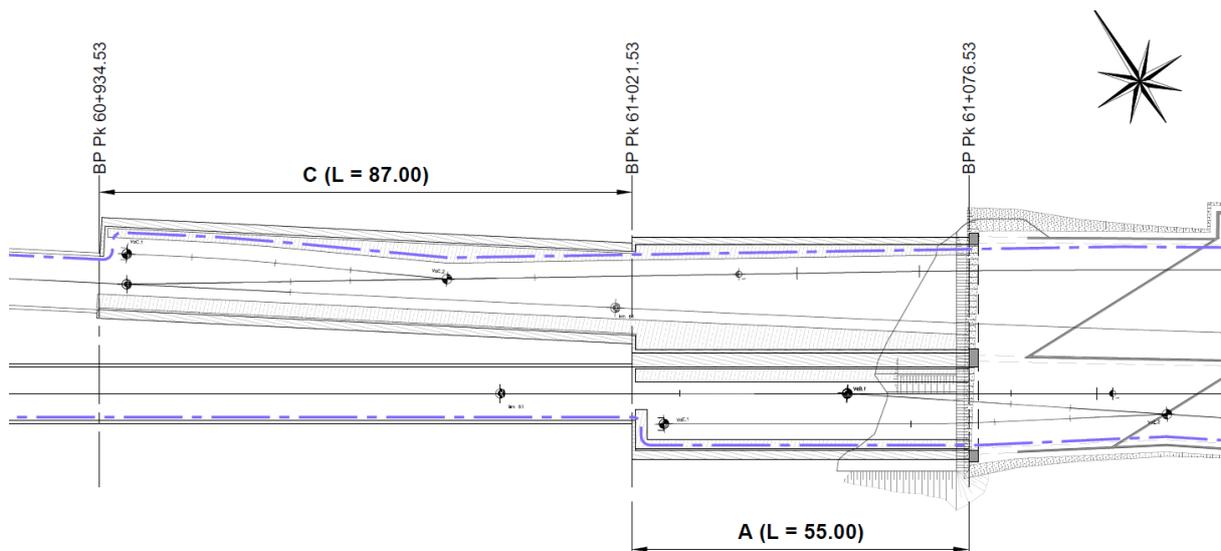


Figura 4: percorso dei cavi nei cameroni di imbocco

4. Sostegni

4.1 Pozzi

Il sostegno del pozzo è costituito da tubi in acciaio S355 di spessore 8 mm.

4.2 Nicchie

Sono previste 4 sezioni tipo, a seconda delle condizioni geomeccaniche incontrate.

Dato che le nicchie presentano la stessa sezione dei rami in sezione allargata, si sono definite le stesse sezioni tipo di sostegno di quest'ultime, ad eccezione della sezione tipo S4, che non è

necessaria nelle condizioni geomeccaniche previste per le nicchie in oggetto (le nicchie non sono ubicate all'interno di zone di faglia e comunque la copertura è inferiore a 250 m).

Si rimanda quindi alla descrizione delle sezioni tipo S1, S2, S3 e S5 dei rami di collegamento contenuta nelle relazioni [7] e [9], sia per le misure di sostegno che per i criteri di applicazione delle sezioni tipo.

5. Rivestimenti e impermeabilizzazione

5.1 Rivestimenti definitivi

Di seguito sono riportate le caratteristiche dei rivestimenti definitivi previsti per le 4 sezioni tipo previste.

Sezioni tipo S1, S2 e S3

I rivestimenti definitivi saranno di norma realizzati in calcestruzzo con spessore minimo pari a 30 cm, senza arco rovescio. Il calcestruzzo sarà non armato per le sezioni tipo S1 e S2, e armato per le murette per la sezione S3.

Nelle tratte in cui è necessaria un' impermeabilizzazione full round sarà necessario l'impiego di un arco rovescio armato, di spessore pari a 40 cm. Questo avviene per le nicchie per buca giunti nella zona dei calcescisti piemontesi, in prossimità della Val Cenischia (pk 57+820).

Sezione tipo S5

La sezione tipo S5 sarà applicata lungo la tratta al di sotto della Val Cenischia. Il rivestimento definitivo sarà così costituito:

- Calotta in calcestruzzo armato, spessore 40 cm.
- Arco rovescio in calcestruzzo armato, spessore 50 cm.

La tabella seguente riassume gli spessori di calcestruzzo adottati per le varie sezioni tipo, e le relative incidenze di armatura.

SEZ. TIPO	Spessore calotta (cm)	Armatura calotta (kg/m ³)	Spessore arco rovescio (cm)	Armatura arco rovescio (kg/m ³)
S1	min. 30	-	40 (eventuale)	50
S2	min. 30	-	40 (eventuale)	50
S3	min. 30	100	40 (eventuale)	70
S5	40	70	50	60

Tabella 2: caratteristiche dei rivestimenti definitivi

Pozzi

Come descritto al § 3.1, i pozzi sono rivestiti con elementi prefabbricati in cls armato (si veda l'allegato 2).

Dettagli relativi al tipo di calcestruzzo e di acciaio impiegati sono riportati nelle tabelle materiali degli elaborati grafici relativi alle carpenterie.

5.2 Anello di collegamento

Come per i rami, all'intersezione tra nicchie e sezione corrente del TdB (scavata con TBM scudata) si realizza un anello di collegamento in c.a. che permette di riportare le sollecitazioni dell'apertura verso il rivestimento delle nicchie. Tale anello di collegamento presenta le stesse dimensioni di quello mostrato negli elaborati [34] e [35]. Si rimanda a tali elaborati ed alla loro relazione di riferimento (documento [36]) per il fasaggio di realizzazione e le caratteristiche tecniche.

5.3 Sistema di impermeabilizzazione

L'impermeabilizzazione del pozzo è già stata descritta al § 3.1.
L'impermeabilizzazione delle nicchie viene descritta qui di seguito.

5.3.1 Generalità

I rivestimenti definitivi sono impermeabilizzati a mezzo di un sistema così composto:

- Strato di geotessile con densità $\geq 500 \text{ g/mm}^2$ fissato alla superficie del calcestruzzo proiettato, che garantisce il drenaggio delle acque di falda;
- Membrana di impermeabilizzazione in PVC di spessore $\geq 3 \text{ mm}$, fissata al geotessile con metodi speciali senza penetrazione.

Nel caso drenato, le acque di falda sono evacuate attraverso 2 tubi di drenaggio microfessurati laterali ($\phi 150 \text{ mm}$). Le nicchie presentano una pendenza in direzione longitudinale dell'1 % verso il TdB. In tal modo le acque vengono riversate all'interno dei tubi drenaggio del Tunnel di Base e da lì al collettore centrale di ciascuna canna.

Il sistema di impermeabilizzazione è messo in opera prima del getto del rivestimento definitivo.

5.3.2 Caso drenato e non drenato

Analogamente alla sezione corrente del Tunnel di Base (relazioni [32] e [33]), vi sono principalmente due configurazioni diverse per quanto riguarda l'impermeabilizzazione ed il sistema di drenaggio:

- Caso "normale", ovvero con impermeabilizzazione in calotta e piedritto e tubi di drenaggio laterali all'esterno del rivestimento definitivo;
- Caso non drenato, che si applica alle zone dove il carico inferiore è inferiore ai 10 bars, ovvero tra le progressive 55+029 e 57+966 (Val Cenischia) ed in prossimità dell'imbocco di Susa; il sistema di impermeabilizzazione è su tutto il contorno dello scavo (impermeabilizzazione totale – full round) senza tubi di drenaggio.

Come si vede, lo stesso criterio della sezione corrente è stato usato per i rami e per le nicchie oggetto di questa relazione. Le nicchie drenate e quelli non drenate (impermeabilizzazione full round) sono riassunti nella tabella ubicazione dei rami in allegato 1 (documento [8]).

6. Distribuzione delle sezioni tipo

La tabella seguente mostra la distribuzione delle sezioni tipo per le nicchie.

Tipo di nicchie	Sez. tipo S1	Sez. tipo S2 senza arco rovescio	Sez. tipo S2 con arco rovescio	Sez. tipo S3 senza arco rovescio	Sez. tipo S3 con arco rovescio	Sez. tipo S5
Piedi dei pozzi	0	0	0	0	0	2
Buca giunti	-	8	0	0	2	4

Tabella 3: Distribuzione delle sezioni tipo

7. Dimensionamento e verifica delle sezioni tipo

7.1 Geologia/Geomeccanica

Per la descrizione della geologia, della geomeccanica e del comportamento allo scavo previsto nella tratta dove vengono ubicate le opere relative al cavidotto, si veda la relazione tecnica e di calcolo del TdB e gli elaborati ad essa connessi [30].

Si veda inoltre il profilo geomeccanico di dettaglio della Val Cenischia [31].

7.2 Materiali e resistenze di calcolo

7.2.1 Materiali adottati per i sostegni

Calcestruzzo proiettato classe C25/30:

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Resistenza a compressione di calcolo:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16.7 \text{ MPa}$$

dove:

$\gamma_c = 1.5$ coefficiente di sicurezza parziale del calcestruzzo

Acciaio da carpenteria S235 (per centine):

Resistenza caratteristica a snervamento: $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$

Resistenza a snervamento di calcolo:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 224 \text{ MPa}$$

dove:

$\gamma_s = 1.05$ coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio da carpenteria

Acciaio da carpenteria S355 (per tubi nei pozzi):

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

Resistenza caratteristica a snervamento: $f_{yk} = 355 \text{ MPa}$

Resistenza a snervamento di calcolo per le verifiche a SLU:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_s} = \frac{355}{1.15} \text{ MPa} = 308.7 \text{ MPa}$$

dove:

$$\gamma_s = 1.15$$

Un coefficiente di 1.15 è stato considerato al fine di tener conto della qualità e dello stato potenzialmente peggiore dell'acciaio di questo tipo di tubi rispetto ad un acciaio di carpenteria, per il quale si utilizza un fattore di 1.05.

7.2.2 Materiali adottati per i rivestimenti definitivi

Calcestruzzo di classe C30/37 (per rivestimenti gettati in opera):

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Resistenza a compressione di calcolo per le verifiche a SLU:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = 17 \text{ MPa}$$

dove:

$\alpha_{cc} = 0.85$ coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata

$\gamma_c = 1.5$ coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

Acciaio per armature B450C:

Resistenza caratteristica a snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$

Resistenza a snervamento di calcolo per le verifiche a SLU:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391 \text{ MPa}$$

dove:

$\gamma_s = 1.15$ coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio d'armatura

Calcestruzzo di classe C40/50 (per elementi prefabbricati nei pozzi)

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

Resistenza a compressione di calcolo per le verifiche a SLU:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \cdot 40 \text{ MPa}}{1.5} = 22.7 \text{ MPa}$$

dove:

$\gamma_c = 1.5$ coefficiente di sicurezza parziale del calcestruzzo

7.3 Pozzi

Per il calcolo si considera una profondità massima del pozzo di 55 m.
Il dimensionamento è effettuato secondo le NTC 2008.

I dati necessari per il calcolo sono dunque:

- Profondità massima: 55 m
- Falda al livello del terreno: $H_w = 55$ m
- Ammasso: depositi alluvionali sabbio-granulosi, unità geotecnica Kb1 (secondo il profilo [31])
- Parametri geomeccanici: $\gamma = 19,8$ kN/m² ; $c' = 0$; $\varphi' = 32^\circ$ (secondo il profilo [31])
- $k_0 = 1 - \sin \varphi = 0,47$
- Spessore dell'acciaio: $t=0.008$ m
- Resistenza del calcestruzzo C40/50 a SLU: $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \cdot 40 \text{ MPa}}{1.5} = 22.7 \text{ MPa}$
- Spessore del calcestruzzo: $t=0.2$ m

Coefficienti di sicurezza a SLU:

- Peso dell'ammasso: $\gamma_\gamma = 1.3$
- Spinta dell'acqua: $\gamma_w = 1.3$

Calcolo della pressione massima ai piedi del pozzo a SLU:

$$\begin{aligned} p_{SLU} &= \left((\gamma_\gamma \cdot \gamma' \cdot k_0) + \gamma_w \cdot \gamma_w \right) \cdot H_w \\ &= \left[\left(\left(1.3 \cdot (19.8 - 10) \frac{kN}{m^2} \right) \cdot 0.47 \right) + 1.3 \cdot 10 \right] \cdot 55 \text{ m} = 1.04 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Calcolo della tensione normale nel tubo:

$$\sigma = \frac{p \cdot R}{t}$$

t: spessore del tubo

p: pressione radiale

R: raggio

Verifica del tubo in acciaio a SLU:

$$\sigma_s = \frac{1.04 \text{ MPa} \cdot 1.33 \text{ m}}{0.008 \text{ m}} = 172.9 \text{ MPa} < f_{yd} = 308.7 \text{ MPa}$$

Verifica del rivestimento in calcestruzzo a SLU:

$$\sigma_c = \frac{1.04 \text{ MPa} \cdot 1.1 \text{ m}}{0.2 \text{ m}} = 5.7 \text{ MPa} < f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

Verifica a SLE

Pressione massima ai piedi del pozzo (formula esposta precedentemente senza coefficienti moltiplicatori): $p_{SLE} = 0.8 \text{ MPa}$

Verifica del tubo in acciaio a SLE:

$$\sigma_s = \frac{0.8 \text{ MPa} \cdot 1.33 \text{ m}}{0.008 \text{ m}} = 133 \text{ MPa} < 0.8 f_{yk} = 284 \text{ MPa}$$

Verifica del rivestimento in calcestruzzo a SLE combinazione quasi-permanente:

$$\sigma_c = \frac{0.8 \text{ MPa} \cdot 1.1 \text{ m}}{0.2 \text{ m}} = 4.4 \text{ MPa} < 0.45 f_{ck} = 18 \text{ MPa}$$

7.4 Nicchie

Per quanto riguarda le nicchie esse presentano la stessa geometria e gli stessi interventi di sostegno e rivestimento dei rami (sezione allargata), si considera dunque valida la relazione di calcolo dei rami [7].

Si verifica solo la nicchia in corrispondenza del piede del pozzo al fine di verificare che il rivestimento definitivo possa reggere il peso degli anelli in cls prefabbricato che costituiscono il rivestimento del pozzo.

Per l'intersezione tra nicchie e rivestimento in conci valgono i calcoli realizzati nell'elaborato [36].

7.4.1 Verifica del rivestimento definitivo della nicchia in corrispondenza al piede del pozzo

Il calcolo viene svolto mediante il metodo delle reazioni iperstatiche, con l'ausilio del software SCIA Engineer che permette di determinare le sollecitazioni nel rivestimento.

Si effettua un modello 3D considerando la nicchia completa dall'intersezione con il TdB al timpano, modellando anche i conci del pozzo (per tutta l'altezza di questo) che vanno a pesare sulla volta della nicchia e a creare un incastro con essa.

L'anello di collegamento con la sezione corrente provvista di conci prefabbricati è stato modellato per non risentire di effetti di bordo nella parte analizzata (ovvero la sezione corrente della nicchia fino al timpano), ma non è oggetto di verifica in quanto già verificato, con un modello più appropriato, nella relazione [36].

L'interazione ammasso-concio è stata modellata secondo il metodo delle reazioni iperstatiche con degli appoggi flessibili in compressione perpendicolari alla struttura, di rigidità K , che si attivano quando il rivestimento si sposta verso l'ammasso, con:

$$K = \frac{E}{(1+\nu) \cdot R} = 34 \text{ kN/m}^3 \quad \text{Per volta ed arco rovescio}$$

$$K = \frac{E}{(1+\nu) \cdot B \cdot C_f} = 23 \text{ kN/m}^3 \quad \text{Per il timpano}$$

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

Dove:

$R_{eq} = 3.3 \text{ m}$	raggio equivalente della nicchia
$B_{eq} = 5.8 \text{ m}$	lato equivalente della nicchia
$C_f = 0.88$	coefficiente che dipende da forma e rigidità della struttura
$E_{rm} = 150 \text{ MPa}$	modulo di Young del terreno
$\nu = 0.3$	coefficiente di Poisson del terreno

Sul modello si sono applicati i carichi seguenti:

- Peso proprio
- Pressione del terreno e della falda: sulla base del calcolo relativo alle nicchie sotto il Val Cenischia effettuato nella relazione [7], si hanno le seguenti azioni sui rivestimenti:

Componente radiale (carico idraulico): $p_{rad} = 210 \text{ kPa}$

Componente verticale: $\sigma'_v = 118 \text{ kPa}$

Componente orizzontale: $\sigma'_h = 71 \text{ kPa}$

Le verifiche sono state eseguite allo SLU. Gli sforzi ottenuti sono quindi stati moltiplicati per il coefficiente di sicurezza parziale $\gamma_G = 1.3$ per carichi permanenti.

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

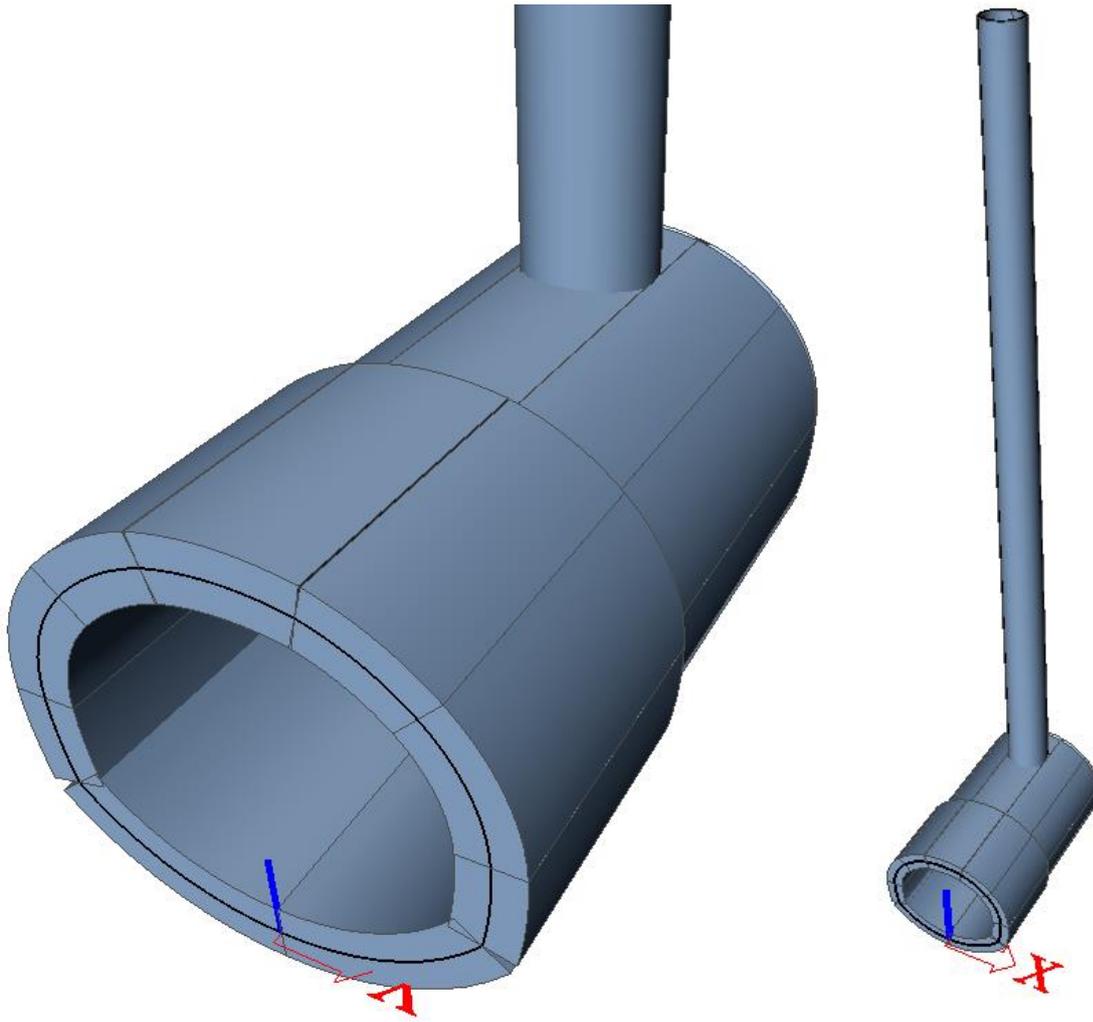


Figura 5: modello 3D

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

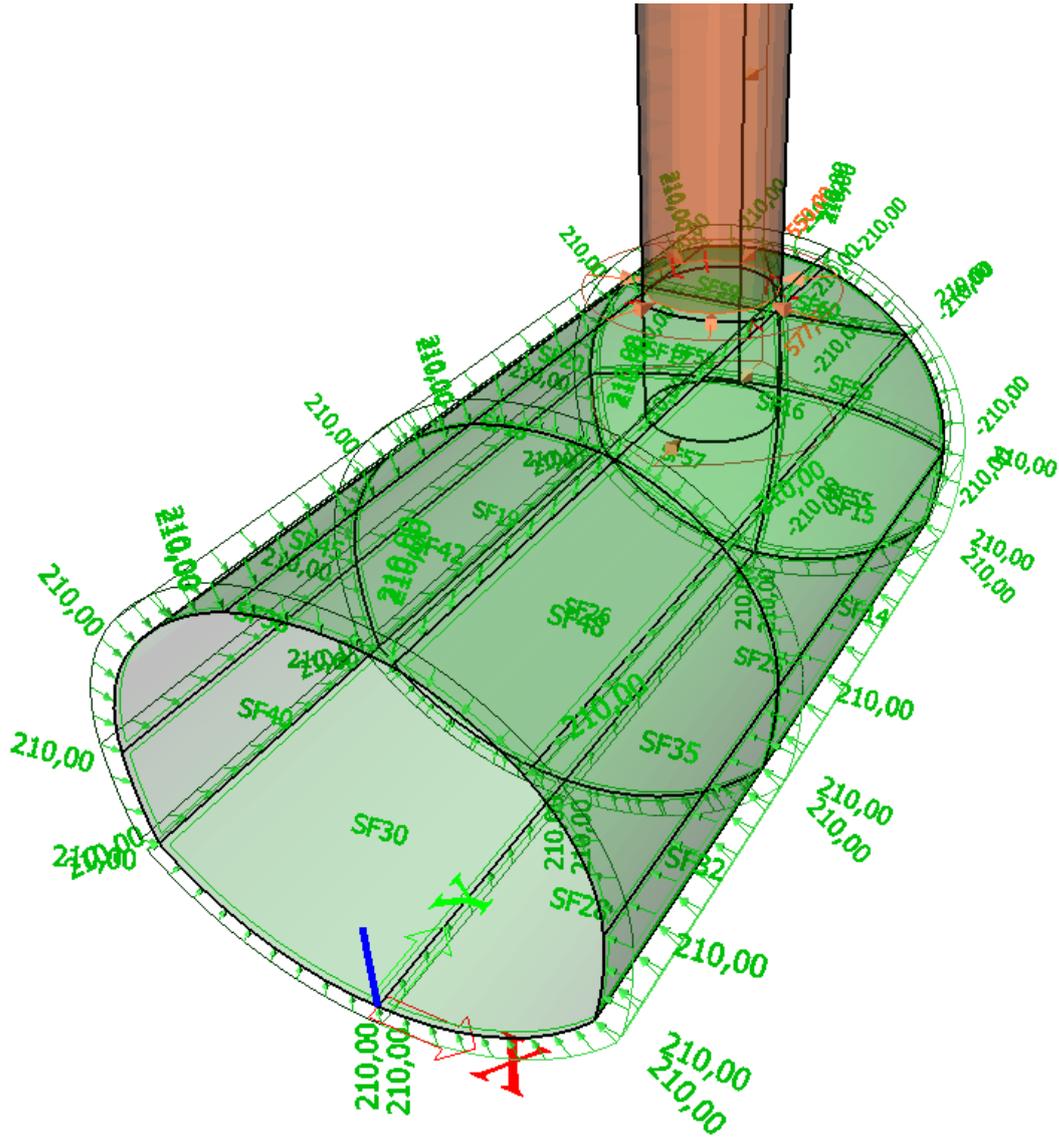


Figura 6: modello di carico con carichi applicati – carico idraulico

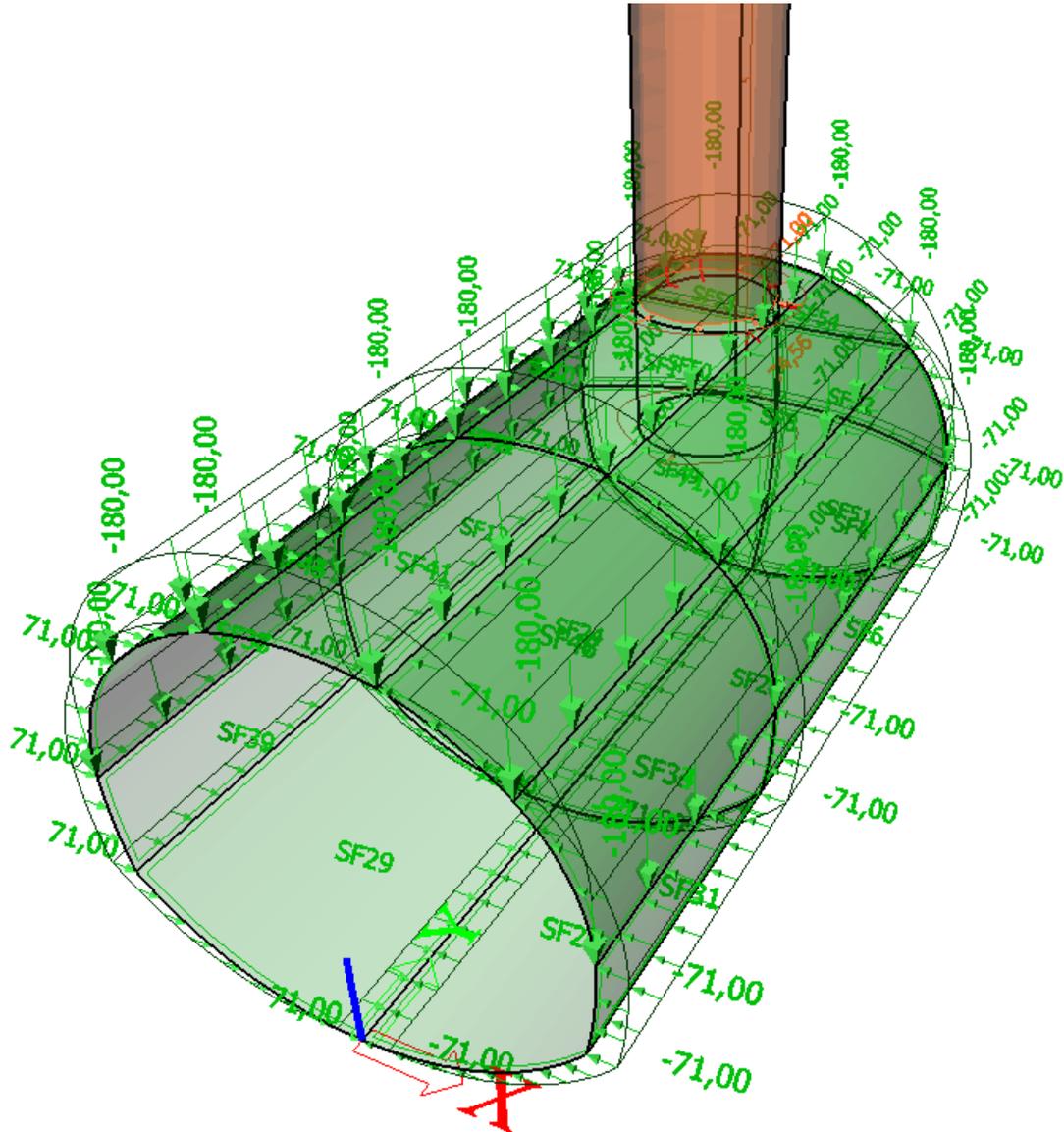


Figura 7: modello di carico con carichi applicati – carico del terreno

Il rivestimento della nicchia ed il timpano si verificano a pressoflessione e ad interazione di taglio e sforzo normale.

L'armatura minima per il rivestimento della nicchia in volta ed arco rovescio (spessore 40 cm, copriferro 5 cm) è:

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 0.26 \frac{2.9 \text{ MPa}}{450 \text{ MPa}} \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 350 \text{ mm} = 586 \text{ mm}^2$$

Scelta:

Intradosso (lemba inferiore): $\varnothing 10@100$
Estradosso (lemba superiore): $\varnothing 10@100$
 $A_s = 2x785 \text{ mm}^2$

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

L'armatura minima per il timpano (spessore 55 cm, copriferro 5 cm) è:

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 0.26 \frac{2.9 \text{ MPa}}{450 \text{ MPa}} \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 450 \text{ mm} = 754 \text{ mm}^2$$

Scelta:

Intradosso (lemba inferiore): Ø10@100
Estradosso (lemba superiore): Ø10@100
 $A_s = 2 \times 785 \text{ mm}^2$

Verifica del rivestimento della nicchia – armatura circolare

Sollecitazioni:

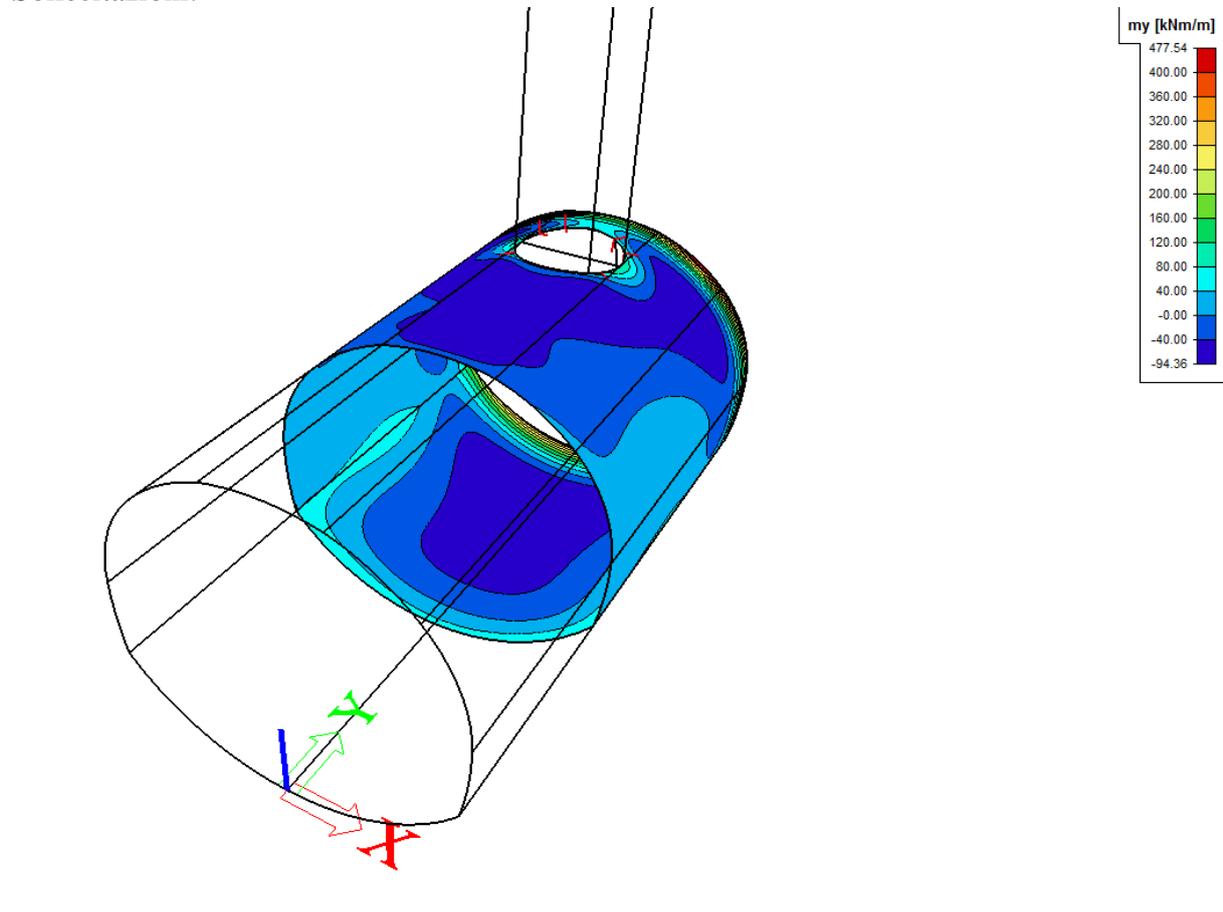


Figura 8: Momenti

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

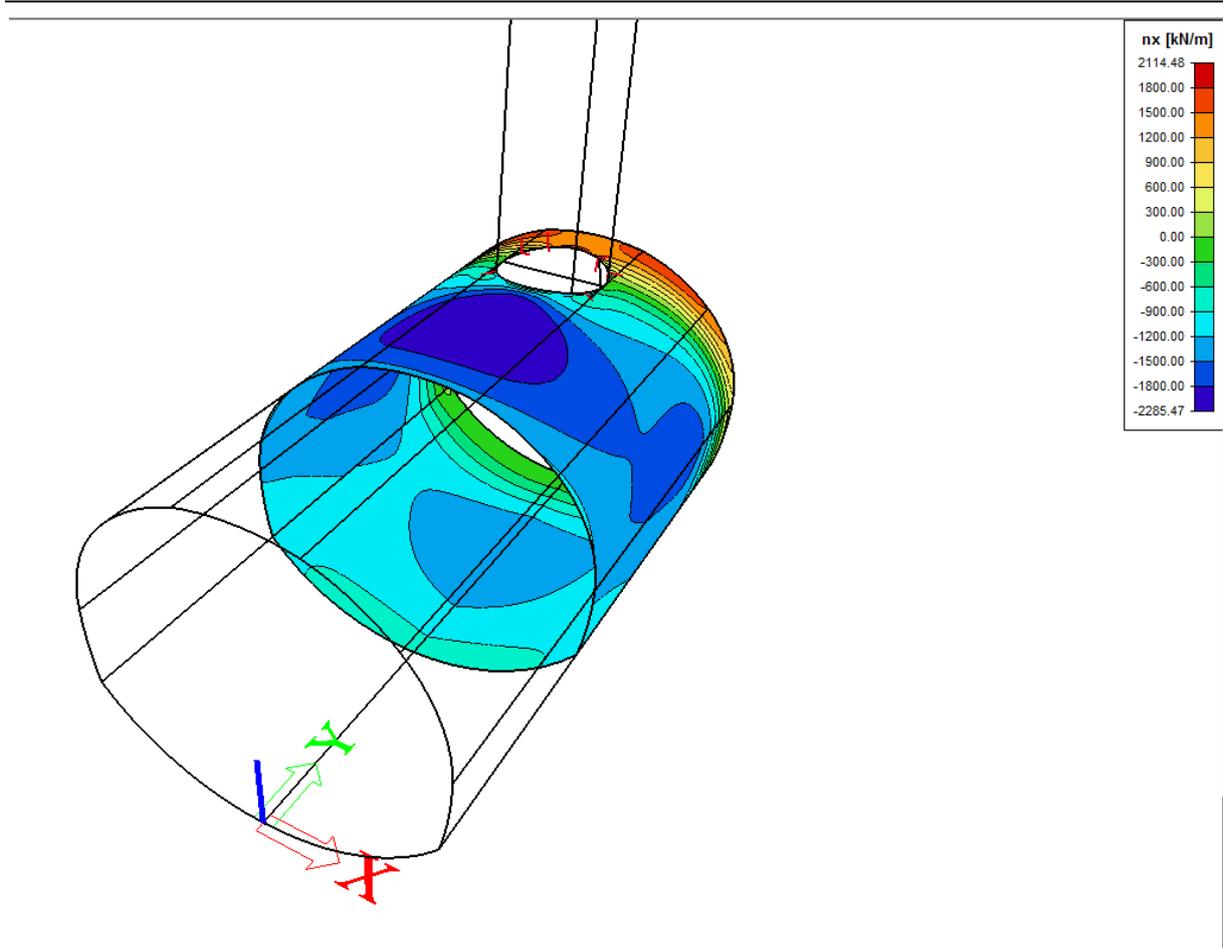


Figura 9: Sforzo normale

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

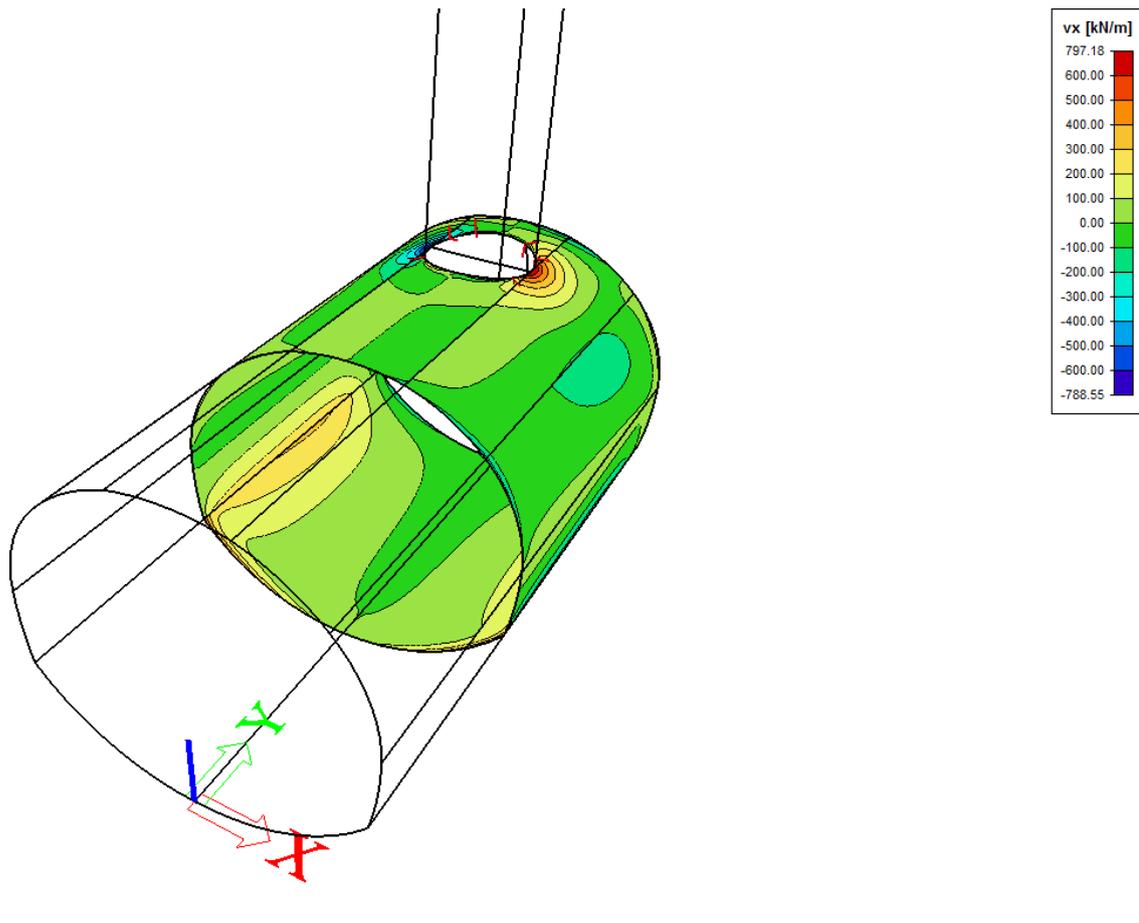


Figura 10: Sforzo di taglio

Verifica a pressoflessione

Armatura necessaria:

Intradosso (lemba inferiore): $\varnothing 22@100$

Estradosso (lemba superiore): $\varnothing 22@100$

$$A_s = 2 \times 3801 \text{ mm}^2 > A_{s,min}$$



Calcul de la courbe d'interaction du béton armé
 selon l'Eurocode 2
 BG Lyon - 2009

Données

Section																																		
Largeur section b =	1	m																																
Epaisseur section hw =	0,4	m																																
Section	0,4	m ²																																
Béton																																		
Résistance du béton f _{ck} =	30	MPa																																
γ _c =	1,5																																	
acc.pl et act.pl =	0,85																																	
Acier																																		
σ _e	450	MPa																																
E _s	200000	MPa																																
γ _s =	1,15																																	
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>nbre barres</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>diamètre</td> <td>22</td> <td>22</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>enrobage à l'axe</td> <td>0,061</td> <td>0,339</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>section (cm²)</td> <td>38,01</td> <td>38,01</td> <td></td> <td></td> <td>cm²</td> </tr> </table>						1	2	3	4		nbre barres	10	10	0	0		diamètre	22	22	0	0	mm	enrobage à l'axe	0,061	0,339	0	0	m	section (cm ²)	38,01	38,01			cm ²
	1	2	3	4																														
nbre barres	10	10	0	0																														
diamètre	22	22	0	0	mm																													
enrobage à l'axe	0,061	0,339	0	0	m																													
section (cm ²)	38,01	38,01			cm ²																													

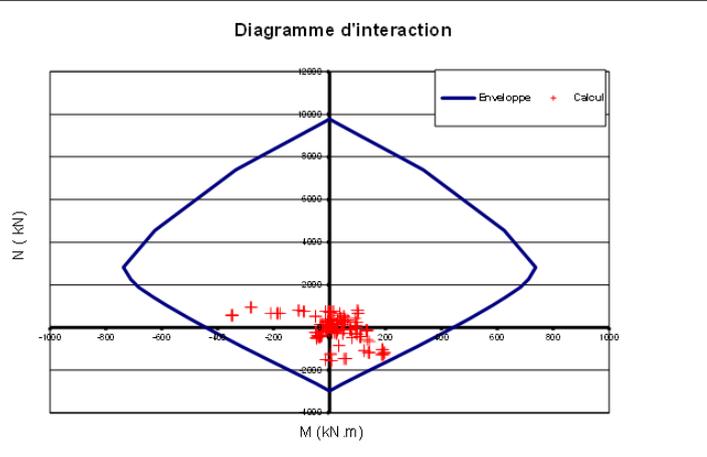


Figura 11: Diagramma di interazione M-N della sezione armata

FS=1.34

Verifica all'interazione N-V

Il calcolo è effettuato a SLU con V_{ed,max}=128,8 kN/m, con lo sforzo normale concomitante pari a 5338,2 kN/m.

Calcolo della resistenza di taglio V_{Rd,c} in assenza di armatura a taglio (formulazione secondo l'Eurocodice 2 equivalente alle NTC 2008):

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d \quad \text{con } V_{Rd,c} > \left[v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d$$

Si ottiene dunque V_{Rd,c} = 41.7 kN/ml > V_{ed}

=> un'armatura a taglio è richiesta.

Calcolo della resistenza di taglio V_{Rd,c} in presenza di armatura a taglio (formulazione secondo l'Eurocodice 2 equivalente alle NTC 2008):

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg(\alpha) + ctg(\theta)) \cdot \sin(\alpha)$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot b \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg(\alpha) + ctg(\theta)) / (1 + ctg^2(\theta))$$

Con:

- A_{sw}: area dell'armatura trasversale
- s: interasse tra due armatura trasversali consecutive
- α: angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse (90°)
- f'_{cd}: resistenza a compressione ridotta nel calcestruzzo d'anima (f'_{cd}=0.5f_{cd})

**Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV**

θ : inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave (45°)

α_c : coefficiente maggiorativo pari a

- 1 per membrature non compresse
- $1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}$ per $0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25f_{cd}$
- 1,25 per $0.25f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5f_{cd}$
- $1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}$ per $0.5f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq f_{cd}$

La resistenza della sezione corrisponde al valore minimo tra resistenza a "taglio trazione" V_{Rsd} e "taglio compressione" V_{Rcd} con riferimento rispettivamente all'armatura di taglio e al calcestruzzo.

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Per la coppia V,N dalla quale risulta un fattore di sicurezza minore:

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	\varnothing [mm]	S [mm]	α_c	f_{yd} [MPa]	f_{cd}' [MPa]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rcd} [kN]	V_{Rd} [kN]	Verifica	FS
410,72	130,29	10	200	1,02	391	10	484	1604	484	OK	1,18

Verifica del rivestimento della nicchia – armatura longitudinale

Sollecitazioni:

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

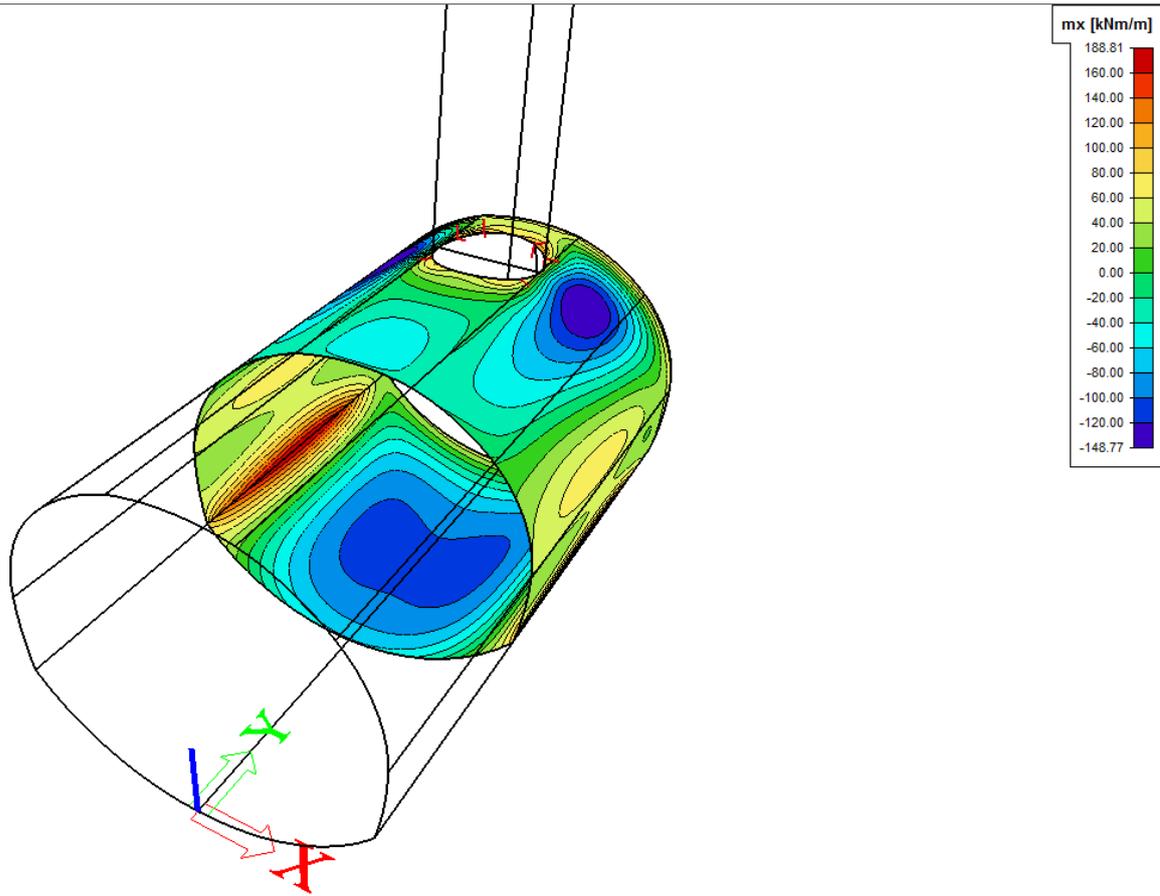


Figura 12: Momenti

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

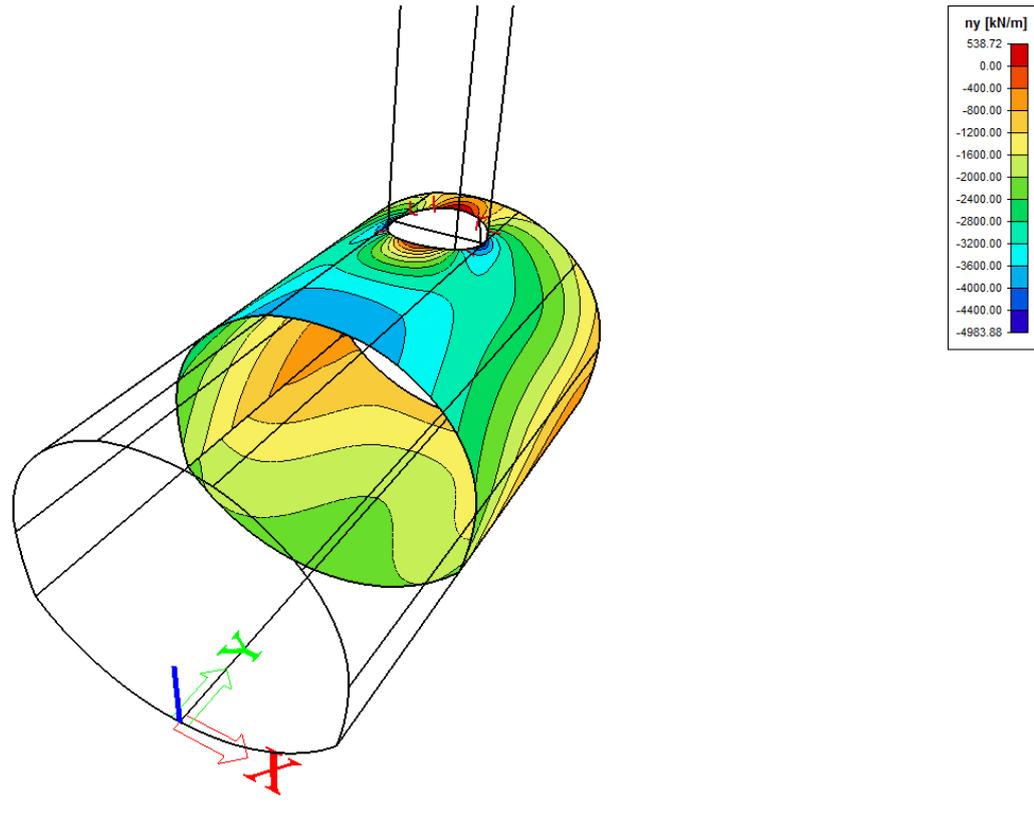


Figura 13: Sforzo normale

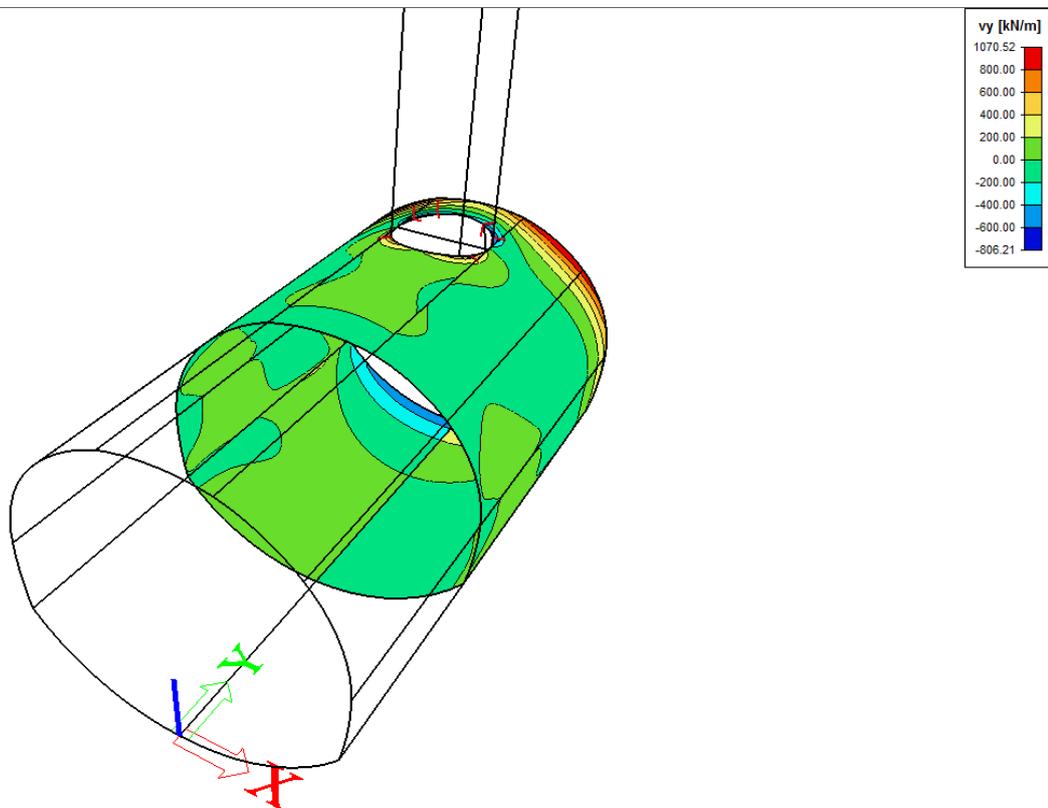


Figura 14: Sforzo di taglio

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

Verifica a pressoflessione

Armatura necessaria:

Intradosso (lemba inferiore): Ø10@100
Estradosso (lemba superiore): Ø10@100
 $A_s = A_{s,min}$



Calcul de la courbe d'interaction du béton armé
 selon l'Eurocode 2
 BG Lyon - 2009

Données

Section																									
Largeur section b =	1 m																								
Epaisseur section hw =	0,4 m																								
Section	0,4 m ²																								
Béton																									
Résistance du béton f _{ck} =	30 MPa																								
γ _c =	1,5																								
acc.pl et α _{ct,pl} =	0,85																								
Acier																									
σ _e	450 MPa																								
E _s	200000 MPa																								
γ _s =	1,15																								
<table border="1"> <tr> <td>nbre barres</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>diamètre</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>enrobage à l'axe</td> <td>0,055</td> <td>0,345</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>section (cm²)</td> <td>7,85</td> <td>7,85</td> <td></td> <td></td> <td>cm²</td> </tr> </table>		nbre barres	1	2	3	4		diamètre	10	10	0	0	mm	enrobage à l'axe	0,055	0,345	0	0	m	section (cm ²)	7,85	7,85			cm ²
nbre barres	1	2	3	4																					
diamètre	10	10	0	0	mm																				
enrobage à l'axe	0,055	0,345	0	0	m																				
section (cm ²)	7,85	7,85			cm ²																				

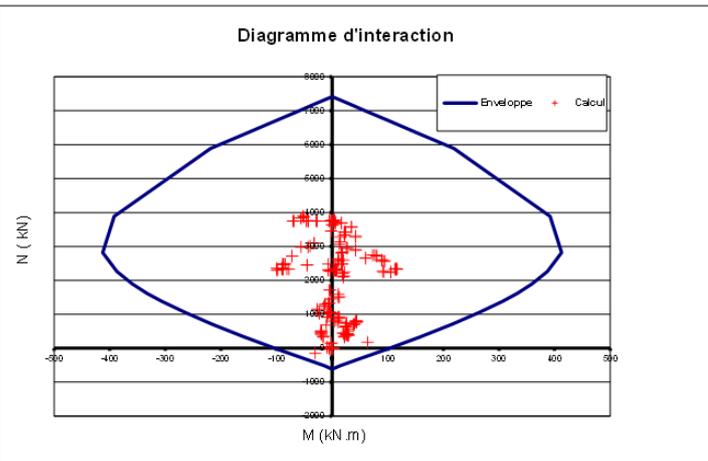


Figura 15: Diagramma di interazione M-N della sezione armata

FS=2.12

Verifica all'interazione N-V

Per la coppia V,N dalla quale risulta un fattore di sicurezza minore:

V _{Ed} [kN]	N _{Ed} [kN]	Ø [mm]	S [mm]	α _c	f _{yd} [MPa]	f _{cd'} [MPa]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rcd} [kN]	V _{Rd} [kN]	Verifica	FS
747,81	3631,04	14	200	1,20	391	10	949	1890	949	OK	1,27

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

Verifica del timpano – armatura verticale

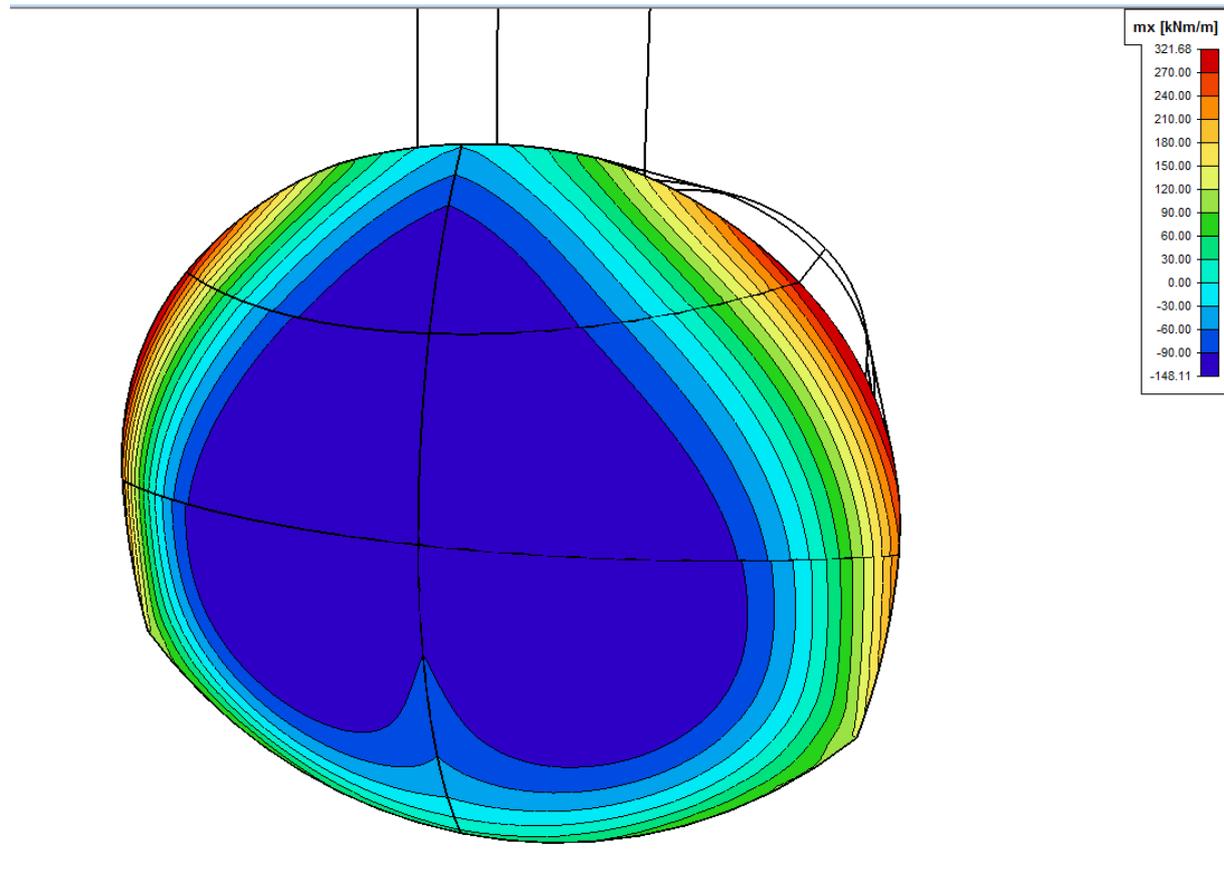


Figura 16: Momenti intorno all'asse orizzontale

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

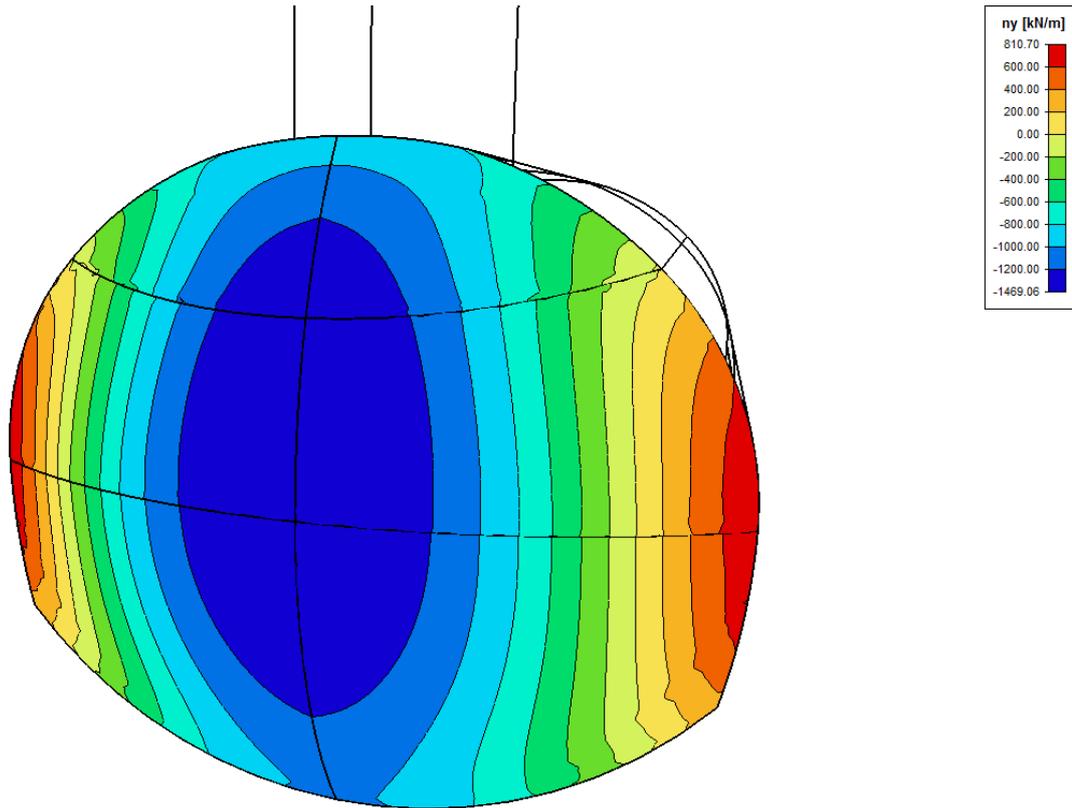


Figura 17: Sforzo normale verticale

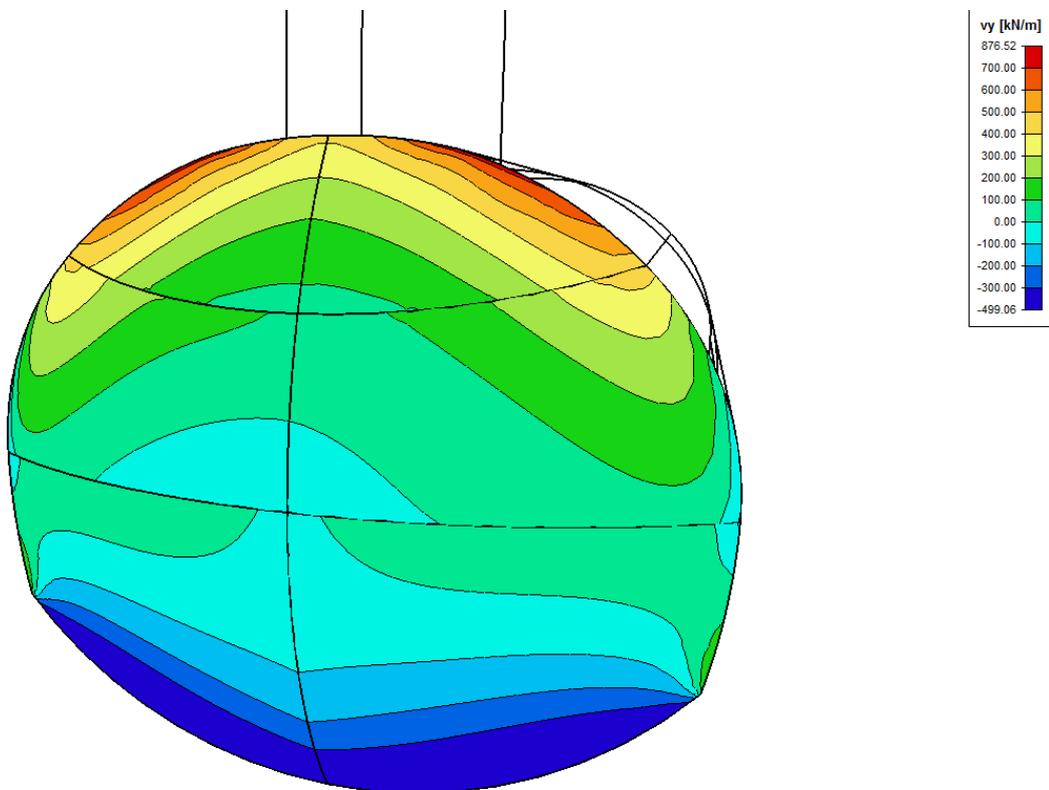


Figura 18: Sforzo di taglio lungo l'asse verticale

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

Verifica a pressoflessione

Armatura necessaria:

Intradosso (lemba inferiore): Ø16@100
Estradosso (lemba superiore): Ø16@100
 $A_s = 2 \times 2011 \text{ mm}^2 > A_{s,min}$



Calcul de la courbe d'interaction du béton armé
 selon l'Eurocode 2
 BG Lyon - 2009

Données

Section																										
Largeur section b =	1 m																									
Epaisseur section hw =	0,55 m																									
Section	0,55 m ²																									
Béton																										
Résistance du béton f _{ck} =	30 MPa																									
γ _c =	1,5																									
acc.pl et act.pl =	0,85																									
Acier																										
σ _e	450 MPa																									
E _s	200000 MPa																									
γ _s =	1,15																									
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>16</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>0,058</td> <td>0,492</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>20,11</td> <td>20,11</td> <td></td> <td></td> <td>cm²</td> </tr> </table>		1	2	3	4		10	10	0	0		16	16	0	0	mm	0,058	0,492	0	0	m	20,11	20,11			cm ²
1	2	3	4																							
10	10	0	0																							
16	16	0	0	mm																						
0,058	0,492	0	0	m																						
20,11	20,11			cm ²																						
nbre barres																										
diamètre																										
enrobage à l'axe																										
section (cm ²)																										

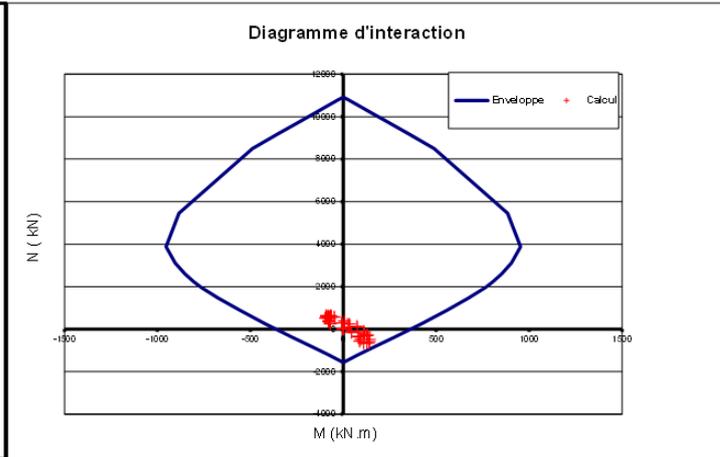


Figura 19: Diagramma di interazione M-N della sezione armata

FS=1.56

Verifica all'interazione N + V

Per la coppia V,N dalla quale risulta un fattore di sicurezza minore:

VEd [kN]	NEd [kN]	Ø [mm]	S [mm]	α _c	f _{yd} [MPa]	f _{cd} ' [MPa]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rcd} [kN]	V _{Rd} [kN]	Verifica	FS
417,49	260,93	10	200	1,03	391	10	691	2309	691	OK	1,66

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

Verifica del timpano – armatura orizzontale

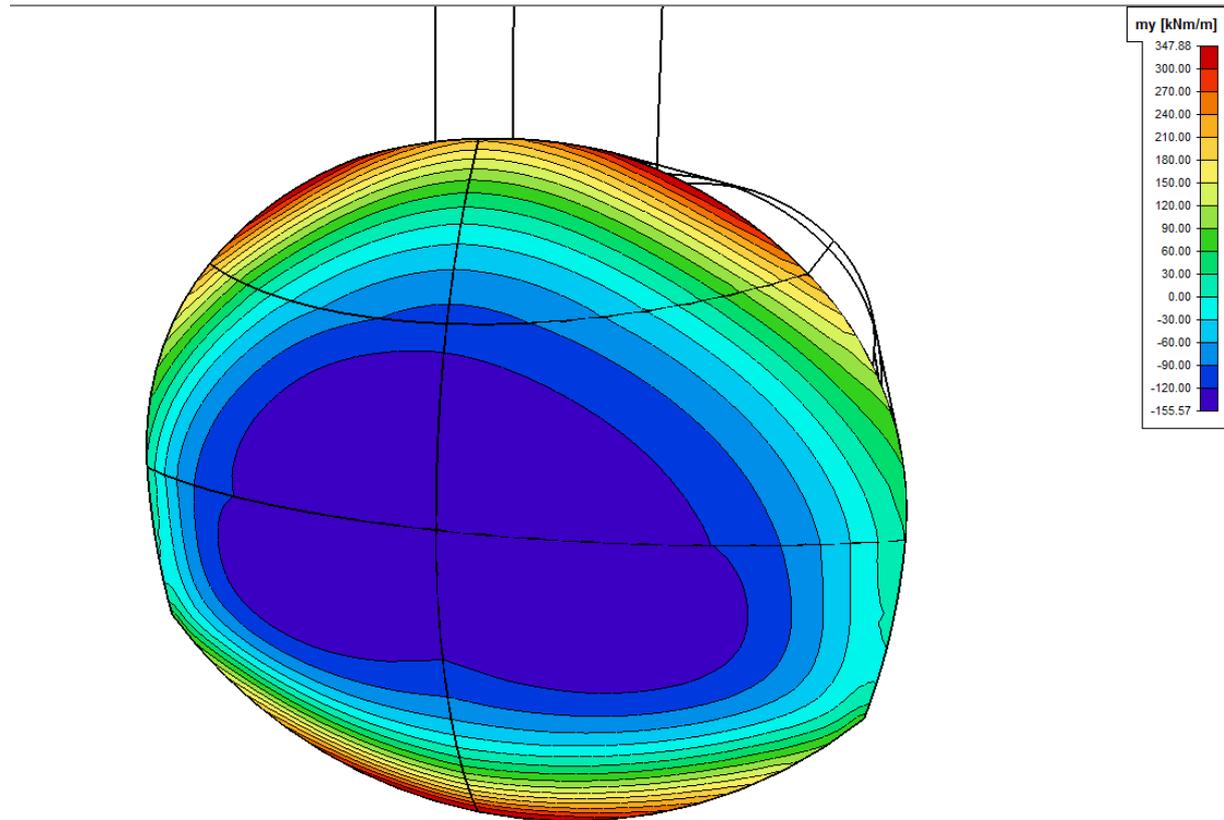


Figura 20: Momenti intorno all'asse verticale

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
alimentazione 132 kV

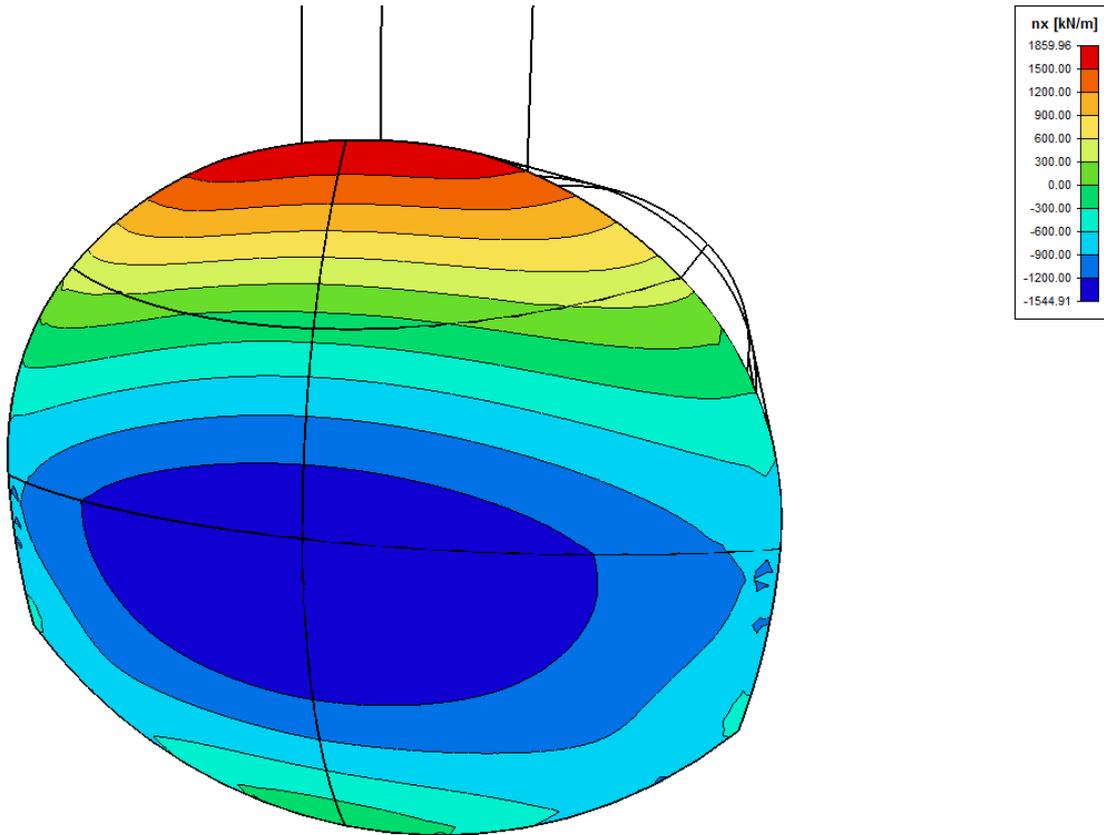


Figura 21: Sforzo normale orizzontale

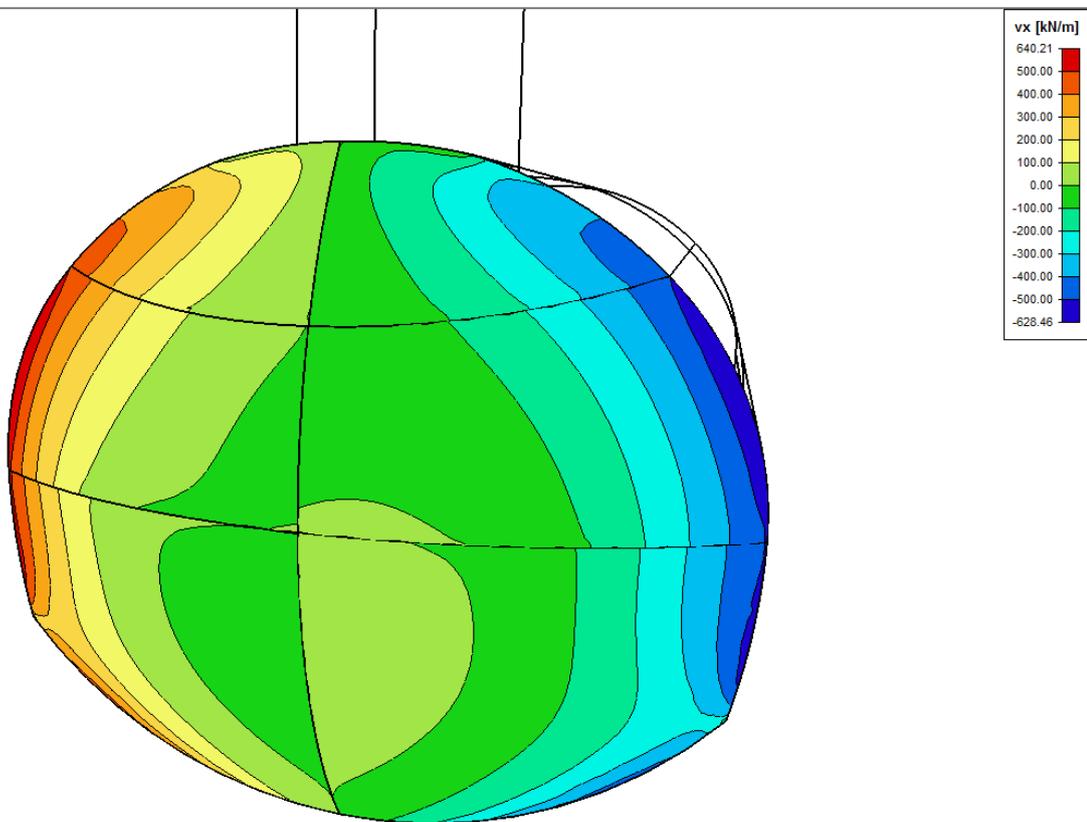


Figura 22: Sforzo di taglio lungo l'asse orizzontale

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

Verifica a pressoflessione

Armatura necessaria:

Intradosso (lemba inferiore): $\varnothing 18@100$
Estradosso (lemba superiore): $\varnothing 18@100$
 $A_s = 2 \times 2545 \text{ mm}^2 > A_{s,min}$



Calcul de la courbe d'interaction du béton armé
 selon l'Eurocode 2
 BG Lyon - 2009

Données

Section																					
Largeur section b =	1 m																				
Epaisseur section hw =	0,55 m																				
Section	0,55 m ²																				
Béton																					
Résistance du béton f _{ck} =	30 MPa																				
γ _c =	1,5																				
α _{cc,pl} et α _{ct,pl} =	0,85																				
Acier																					
σ _e	450 MPa																				
E _s	200000 MPa																				
γ _s =	1,15																				
<table border="1"> <tr> <td>nbre barres</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>diamètre</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>enrobage à l'axe</td> <td>0,059</td> <td>0,491</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>section (cm²)</td> <td>25,45</td> <td>25,45</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		nbre barres	1	2	3	4	diamètre	10	10	0	0	enrobage à l'axe	0,059	0,491	0	0	section (cm ²)	25,45	25,45		
nbre barres	1	2	3	4																	
diamètre	10	10	0	0																	
enrobage à l'axe	0,059	0,491	0	0																	
section (cm ²)	25,45	25,45																			

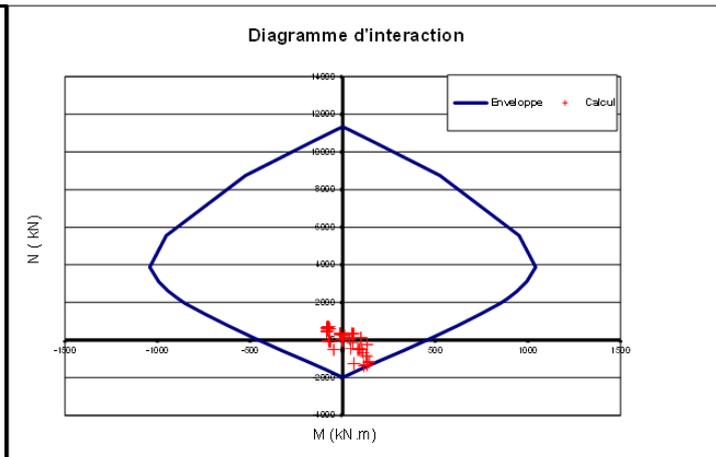


Figura 23: Diagramma di interazione M-N della sezione armata

Verifica all'interazione N + V

Per la coppia V,N dalla quale risulta un fattore di sicurezza minore:

VEd [kN]	NEd [kN]	Ø [mm]	S [mm]	α _c	f _{yd} [MPa]	f _{cd} ' [MPa]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rcd} [kN]	V _{Rd} [kN]	Verifica	FS
312,72	214,52	10	200	1,02	391	10	691	2298	691	OK	2,21

Tasso d'armatura

A conclusione dei calcoli svolti, si hanno quindi i tassi d'armatura seguenti:

- **Calotta, piedritti ed arco rovescio della nicchia** (escluso anello di collegamento, come già esposto in precedenza): **210 kg/m³**.
- **Timpano:** **145 kg/m³**.

Allegati

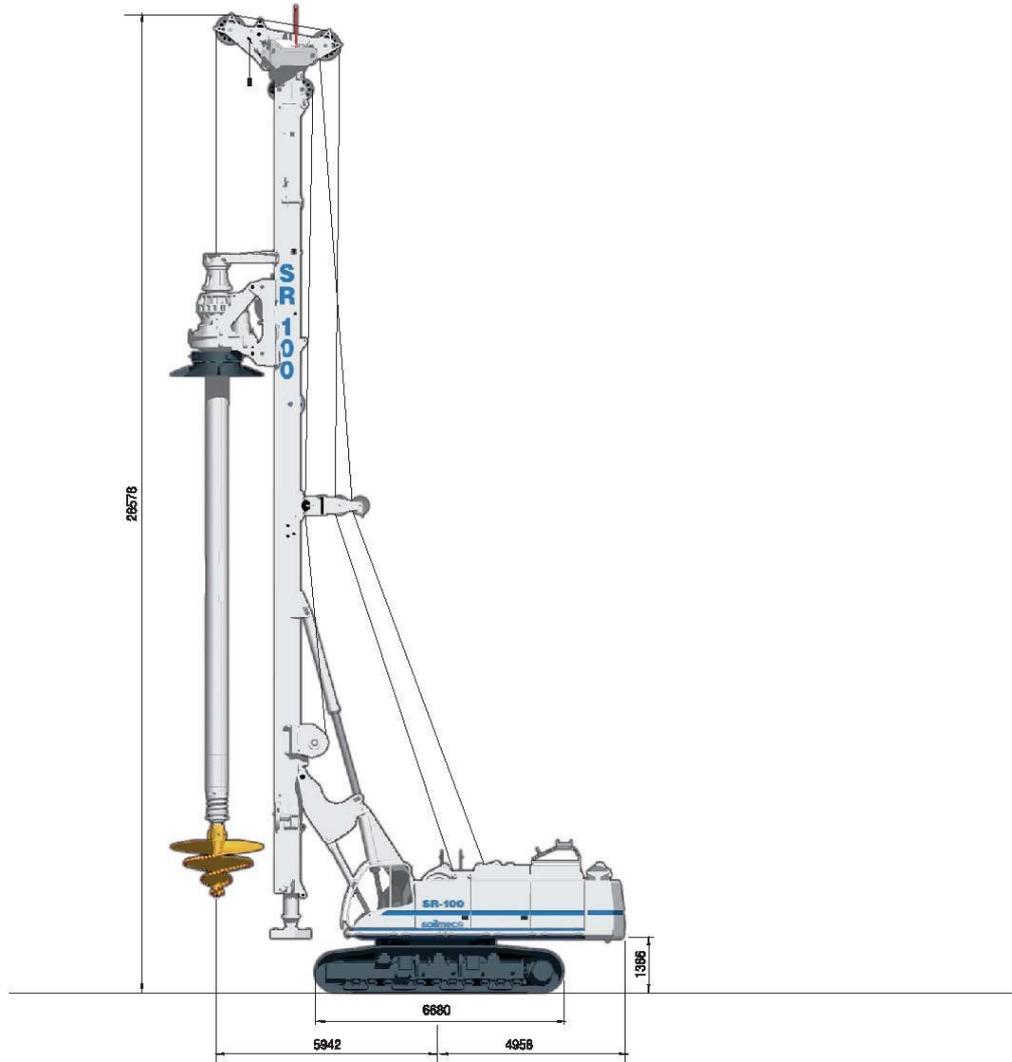
Allegato 1: Catalogo tecnico SR-100



Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

SR-100 Hydraulic Rotary Rig

LDP APPLICATIONS



LDP - Large Diameter Piles - WCS version		
Operating weight c/w 4x13,5 Kelly bar	148000 kg	328485 lb
Max pile diameter	3000 (3500) mm	118 (137.8) in
Max pile depth - friction Kelly	92 m	301.6 ft
Max pile depth - locking Kelly	85 m	277 ft
(*) tool below mast		

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

SR-100 Hydraulic Rotary Rig
 LDP APPLICATIONS



LDP - Large Diameter Piles - CCS version		
Operating weight c/w 4x13,5 kelly bar	149000 kg	328485 lb
Max pile diameter	3000 (3500) mm	118 (137.8) in
Max pile depth - friction kelly	92 m	301.8 ft
Max pile depth - locking kelly	85 m	277 ft
(*) tool below mast		

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

SR-100 Hydraulic Rotary Rig

TECHNICAL DATA SHEET

Rotary drive		
- Max torque (theoretical - restricted - intermittent)	462 kN	333372 lbf/ft
- Rated torque (theoretical)	413 kN	304608 lbf/ft
- Speed of rotation	30,7 rpm	30.7 rpm
- Spin-off speed	65 rpm	65 rpm
GCS - Cylinder crowd system		
- Crowd force pull (down/up)	330/417 kN	74186/93744 lbf
- Stroke	7650 mm	301 in
- Speed up	2,9/12,4 m/min	9.5/40.7 ft/min
- Fast speed down	9,6/12,4 m/min	31.5/40.7 ft/min
WCS - Winch crowd system		
- Crowd force pull (down/up)	460/460 kN	103410/103410 lbf
- Stroke	18000 mm	709 in
- Speed up	8,3/18,5 m/min	27.2/64 ft/min
- Fast speed down	19,5/18,5 m/min	64/64 ft/min
Main winch		
	Control descent	Control descent
- Line pull (1st layer)	370 kN	83178 lbf
- Rope diameter	34 mm	1.34 in
- Line speed (max.)	68 m/min	223 ft/min
Auxiliary winch		
	Control descent	Control descent
- Line pull (1st layer)	145 kN	32597 lbf
- Rope diameter	26 mm	1.02 in
- Line speed (max.)	90 m/min	295 ft/min
Engine		
	Deutz TCD2015-V08	Deutz TCD2015-V08
- Rated output ISO 3046-I	480 kW @ 1900 rpm	643 HP @ 1900 rpm
- Engine conforms to Exhaust emission Standard	EU stage III A, EPA CARB Tier 3	EU stage III A, EPA CARB Tier 3
- Diesel tank capacity	865 l	229 US gal
- Sound pressure level in cabin (EN791 Annex A)	79 dB (A)	79 dB (A)
- Sound power level (2000/14EG u. EN791, Annex A)	117 dB (A)	117 dB (A)
Hydraulic system		
- Hydraulic pressure rated	320 bar	4641 psi
- Flow rates (main circuits)	2x 405 l/min	2x 107 US gal/min
- Hydraulic oil tank capacity	990 l	262 US gal
Undercarriage (retractable crawler frames)		
- Overall width of crawlers retracted/extended	3500/5100 mm	138/200 in
- Overall width (removed side frames)	2880 mm	117 in
- Width of triple grouser track shoes	1000 mm	39 in
- Overall length of crawlers	6680 mm	263 in
- Traction force	955,4 kN	214778 lbf
- Travel speed	1,8 km/h	1 mph
Mast inclination (backward/ forward/lateral)	5°/4°/3°	5°/4°/3°

STANDARD EQUIPMENT

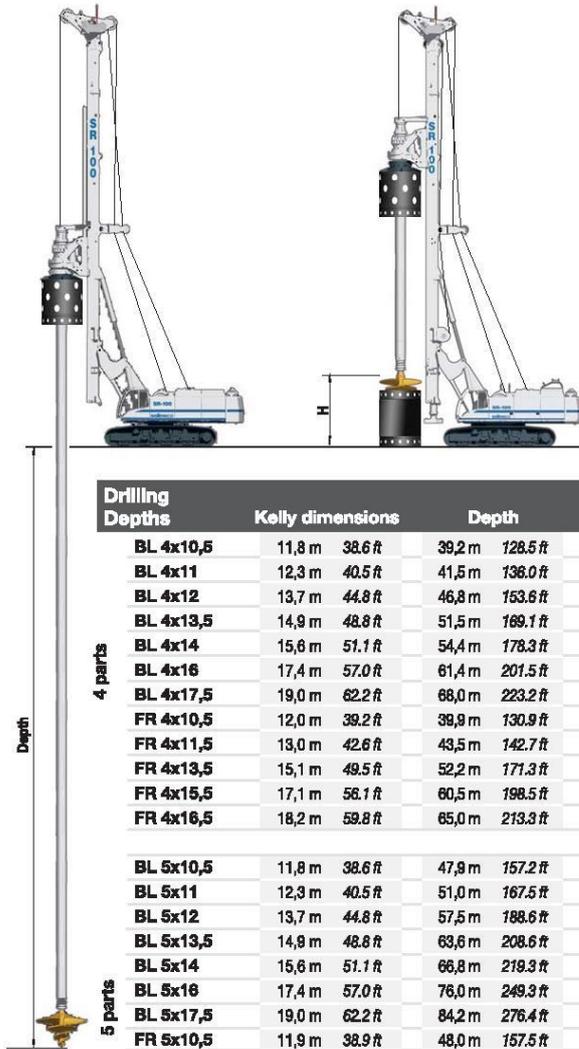
- Independent rotaries
- Main and auxiliary winch controlled descent type with special grooving
- Hoist limit switch on main rope
- Service rope parking point
- DMS system electronic monitoring and visualization system
- Mast inclination measurement on X/Y axes (digital/analog display)
- Automatic vertical mast alignment
- Depth measuring device on main winch
- Speed measuring device on rotary
- Oscillator attachment brackets
- Central lubrication system
- Emergency mode of operation for engine
- Engine diagnostic system
- Diagnostic panel for hydraulic functions
- Removable counterweight
- Removable crawler side frames
- Transport securing lugs on crawler units
- Access ladder on upper carriage
- On board lighting set
- On board tool set
- Electric refuelling pump
- High comfort operator's cab
- Protective roof grate (FOPS compliant)
- Air conditioning system
- Radio and CD player
- GSM-GPRS-GPS modem
- Videocamera set
- 4th Winch (400kN)

OPTIONAL EQUIPMENT

- Biodegradable oil
- Freefall auxiliary winch
- Swivel for auxiliary rope
- Double roller auger cleaner
- VTH-1 vibrator
- Main winch load cell
- Air assisted auger drilling

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

SR-100 Hydraulic Rotary Rig
KELLY DRILLING SYSTEM

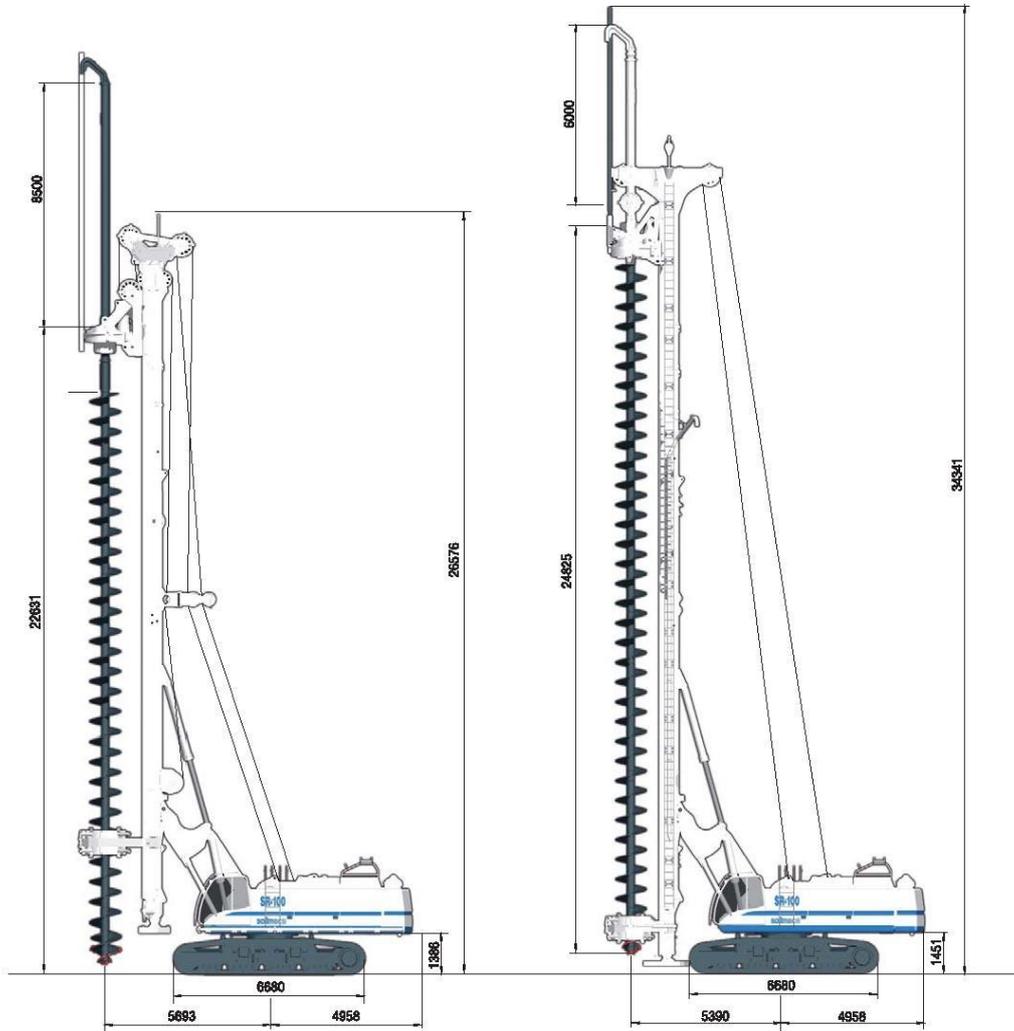


Drilling Depths	Kelly dimensions		Depth		Weight		CCS SYSTEM		WCS SYSTEM		
							H	H	H	H	
4 parts	BL 4x10,5	11,8 m	38.6 ft	39,2 m	128.5 ft	8600 kg	18959 lb	10,0 m	32.8 ft	12,1 m	39.7 ft
	BL 4x11	12,3 m	40.5 ft	41,5 m	136.0 ft	8900 kg	19621 lb	10,0 m	32.8 ft	11,5 m	37.7 ft
	BL 4x12	13,7 m	44.8 ft	46,8 m	153.6 ft	9600 kg	21164 lb	10,0 m	32.8 ft	10,2 m	33.3 ft
	BL 4x13,5	14,9 m	48.8 ft	51,5 m	169.1 ft	10500 kg	23148 lb	9,0 m	29.4 ft	9,0 m	29.4 ft
	BL 4x14	15,6 m	51.1 ft	54,4 m	178.3 ft	10800 kg	23810 lb	8,3 m	27.1 ft	8,3 m	27.1 ft
	BL 4x16	17,4 m	57.0 ft	61,4 m	201.5 ft	12000 kg	26455 lb	8,5 m	21.2 ft	6,5 m	21.2 ft
	BL 4x17,5	19,0 m	62.2 ft	68,0 m	223.2 ft	13000 kg	28680 lb	4,9 m	15.9 ft	4,9 m	15.9 ft
	FR 4x10,5	12,0 m	39.2 ft	39,9 m	130.9 ft	8621 kg	19005 lb	10,0 m	32.8 ft	11,9 m	39.0 ft
	FR 4x11,5	13,0 m	42.6 ft	43,5 m	142.7 ft	9242 kg	20374 lb	10,0 m	32.8 ft	10,9 m	35.6 ft
	FR 4x13,5	15,1 m	49.5 ft	52,2 m	171.3 ft	10484 kg	23112 lb	8,8 m	28.7 ft	8,8 m	28.7 ft
	FR 4x15,5	17,1 m	56.1 ft	60,5 m	198.5 ft	11726 kg	25850 lb	8,8 m	22.1 ft	6,8 m	22.1 ft
	FR 4x16,5	18,2 m	59.8 ft	65,0 m	213.3 ft	12347 kg	27219 lb	5,6 m	18.4 ft	5,6 m	18.4 ft
5 parts	BL 5x10,5	11,8 m	38.6 ft	47,9 m	157.2 ft	9900 kg	21825 lb	10,0 m	32.8 ft	12,1 m	39.7 ft
	BL 5x11	12,3 m	40.5 ft	51,0 m	167.5 ft	10300 kg	22707 lb	10,0 m	32.8 ft	11,5 m	37.7 ft
	BL 5x12	13,7 m	44.8 ft	57,5 m	188.6 ft	11000 kg	24250 lb	10,0 m	32.8 ft	10,2 m	33.3 ft
	BL 5x13,5	14,9 m	48.8 ft	63,6 m	208.6 ft	12200 kg	26896 lb	9,0 m	29.4 ft	9,0 m	29.4 ft
	BL 5x14	15,6 m	51.1 ft	66,8 m	219.3 ft	12600 kg	27778 lb	8,3 m	27.1 ft	8,3 m	27.1 ft
	BL 5x16	17,4 m	57.0 ft	76,0 m	249.3 ft	14100 kg	31085 lb	6,5 m	21.2 ft	6,5 m	21.2 ft
	BL 5x17,5	19,0 m	62.2 ft	84,2 m	276.4 ft	15300 kg	33730 lb	4,9 m	15.9 ft	4,9 m	15.9 ft
	FR 5x10,5	11,9 m	38.9 ft	48,0 m	157.5 ft	9869 kg	21757 lb	10,0 m	32.8 ft	12,0 m	39.2 ft
	FR 5x11,5	13,0 m	42.6 ft	53,0 m	173.9 ft	10647 kg	23472 lb	10,0 m	32.8 ft	10,9 m	35.6 ft
	FR 5x13,5	15,1 m	49.5 ft	64,5 m	211.6 ft	12203 kg	26903 lb	8,8 m	28.7 ft	8,8 m	28.7 ft
	FR 5x15,5	17,1 m	56.1 ft	74,9 m	245.7 ft	13759 kg	30333 lb	6,8 m	22.1 ft	6,8 m	22.1 ft
	FR 5x16,5	18,2 m	59.8 ft	80,2 m	263.1 ft	14537 kg	32048 lb	5,6 m	18.4 ft	5,6 m	18.4 ft
FR 6x10,5	11,9 m	38.9 ft	57,5 m	188.6 ft	10610 kg	23390 lb	10,0 m	32.8 ft	12,0 m	39.2 ft	
6 parts	FR 6x11,5	13,0 m	42.6 ft	63,5 m	208.3 ft	11449 kg	25239 lb	10,0 m	32.8 ft	10,9 m	35.6 ft
	FR 6x13,5	15,0 m	49.3 ft	76,0 m	249.3 ft	13127 kg	28938 lb	8,8 m	28.9 ft	8,8 m	28.9 ft
	FR 6x15,5	17,0 m	55.8 ft	88,0 m	288.7 ft	14805 kg	32638 lb	8,9 m	22.5 ft	6,9 m	22.5 ft
	FR 6x18,5	18,0 m	59.1 ft	93,5 m	306.8 ft	15844 kg	34487 lb	5,9 m	19.2 ft	5,9 m	19.2 ft

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

SR-100 Hydraulic Rotary Rig

CFA APPLICATIONS QUICK CONVERSION KIT 4° line pull



CFA - Continuous Flight Auger	combined line pull		4-part line pull	
Auger extension	8,5 m	27.9 ft	6 m	19.7 ft
Drilling depth with auger cleaner	25,5 m (17+8,5)	83.7 ft (55.8+27.9)	29 m (23+6)	95.1 ft (75.4+19.7)
Drilling depth without auger cleaner	27 m (18,5+8,5)	88.6 ft (60.7+27.9)	30,5 m (24,5+6)	100.1 ft (80.4+19.7)
Max drilling diameter	1400 mm	55.1 in	1400 mm	55.1 in
Max extraction force nominal	1140 kN	256278 lbf	1480 kN	332711 lbf
Max crowd force nominal	440 kN*	98914 lbf*	440 kN*	98914 lbf *
Operating weight (approx. w/o augers)	130000 kg	286600 lb	130000 kg	286600 lb

* Option: max depth reduced by 1.5 m

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

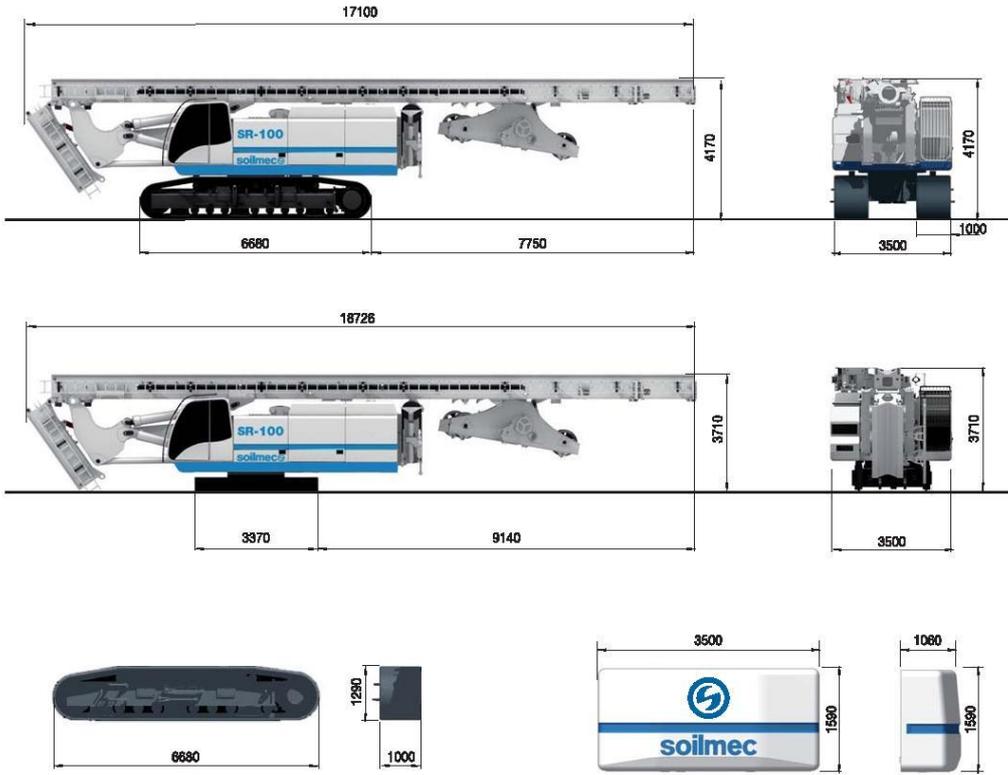
SR-100 Hydraulic Rotary Rig
 CAP/CSP APPLICATIONS 4° line pull



CAP/CSP - Cased Augered & Secant Piles - 4° Line pull		
Operating weight (c/w auger, casing and spoil discharge system)	165000 kg	363759 lb
Max drilling diameter	1200 mm	47.24 in
Max pile depth c/w auger cleaner	28 m	91.86 ft
Max cased depth w/o auger cleaner	21 m	68.90 ft
Max cased depth c/w auger cleaner	19,4 m	63.69 ft

Rapport descriptif et de calcul des ouvrages pour alimentation 132 kV / Relazione descrittiva e di calcolo delle opere per
 alimentazione 132 kV

SR-100 Hydraulic Rotary Rig
 TRANSPORT, DIMENSIONS AND WEIGHTS



All technical data are purely indicative and subject to change without notice

Technical data sheet: SR100-002 04/2014

Transport configuration		
Width	3500 mm	137.8 in
Height w/o side frames	4170 / 3710 mm	164/146 in
Length	17100 mm	673 in
Weight	103000 kg	227076 lb
Minimum transport weight	75400 kg	166228 lb

Allegato 2: Scheda tecnica tubi in cemento armato

TUBI IN CEMENTO ARMATO PER POSA A SPINTA

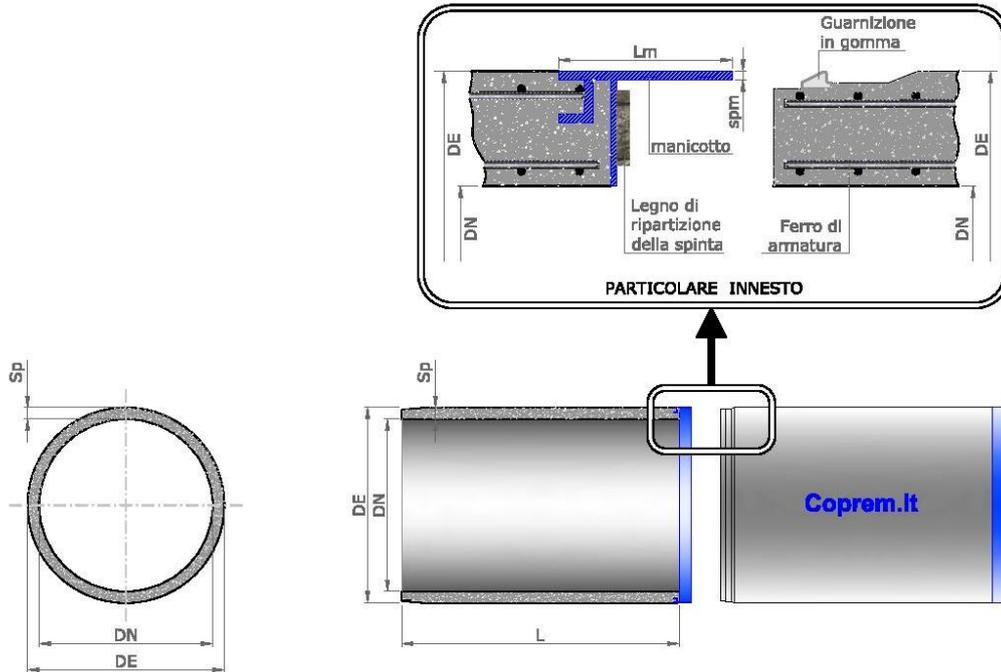


TABELLA TECNICA

DN mm.	DE mm.	spessore (sp) mm.	lunghezza (L) mm.	peso Kg/cad	Manicotto (Lm) e (spm) mm.
1200	1490	144	3000	4850	200x8
1400	1720	160	3000	5970	200x8
1600	1944	172	3000	7175	200x8
1800	2160	180	3000	8460	250x10
2000	2400	200	3000	9486	250x10
2200	2600	200	2000	7525	250x10
2500	3000	250	2000	11000	250x10