

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI - BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA**  
**II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA**  
IMPIANTO LUCE E FORZA MOTRICE  
IE08 – STAZIONE DI ORSARA

Relazione di Calcolo impianto di terra

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/06/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. V. Moro

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. SCALA:

IF3A 02 E ZZ RO LF0800 002 B -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 08.00 - Emissione 180gg	N. Di Stefano	08/02/2022	C. Piccardo	08/02/2022	V. Moro	08/02/2022	Ing. S. Eandi    08/06/2022
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	N. Di Stefano	08/06/2022	C. Piccardo	08/06/2022	V. Moro	08/06/2022	

File: IF3A02EZZROLF0800002B.docx

n. Elab.: -

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di Calcolo impianto di terra</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RO</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF0800 002</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 9</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>GENERALITA' .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>SIGLE E DEFINIZIONI .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI.....</b>	<b>4</b>
4.1	<b>DISPERSORE (VERIFICA RESISTENZA MECCANICA) .....</b>	<b>4</b>
4.2	<b>CONDUTTORE DI TERRA .....</b>	<b>5</b>
4.3	<b>CONDUTTORI DI PROTEZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>VERIFICA CONTATTI INDIRETTI .....</b>	<b>6</b>
5.1	<b>SISTEMA DI DISTRIBUZIONE TT .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE .....</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>ALLEGATO 1 – DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>8</b>
8.1	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>8</b>
8.2	<b>VERIFICA DISPERSORI DEL FABBRICATO .....</b>	<b>8</b>
8.3	<b>STAZIONE DI ORSARA .....</b>	<b>8</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di Calcolo impianto di terra</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RO</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF0800 002</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 9</b>

## 1 GENERALITA'

L'intervento in oggetto è parte del più complesso ed esteso progetto di potenziamento dell'intero itinerario Roma-Napoli-Bari, finalizzato al miglioramento della competitività del trasporto su ferro ottenuto riducendo tempi di percorrenza e incrementando i livelli prestazionali.

Il presente documento ha come oggetto l'impianto di terra della stazione di Orsara, nell'ambito degli interventi per la realizzazione della nuova linea ferroviaria Hirpinia-Orsara.

Inoltre, con riferimento al modo di collegamento a terra, il sistema di distribuzione BT risulta classificato come sistema TT.

In particolare, quanto segue intende evidenziare:

- la normativa tecnica utilizzata per il dimensionamento;
- i criteri di dimensionamento, tenendo conto dei vincoli impiantistici e della normativa vigente;
- i dati di ingresso;
- le verifiche ed i risultati di calcolo.

Si precisa che i dati di progetto ed i risultati delle verifiche, ottenute con software dedicati o tramite fogli di calcolo, sono riportati negli allegati.

Nel seguito si riportano invece alcune considerazioni aventi lo scopo di inquadrare il problema e di semplificare la comprensione di quanto evidenziato negli allegati.

## 2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del presente progetto:

- Norma CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- Norma CEI EN50122-1: "Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse; Parte 1a: Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra"

## 3 SIGLE E DEFINIZIONI

Vengono introdotte le seguenti sigle:

- ac                      Corrente alternata
- AD                      Azienda distributrice di energia elettrica (nel caso specifico ENEL)
- BT                      Bassa Tensione in c.a. (400/230V)
- CEI                      Comitato Elettrotecnico Italiano
- RE                      resistenza di terra del dispersore
- UE                      tensione totale di terra
- UTP                      massima tensione di contatto effettiva ammessa dalla norma
- USP                      massima tensione di passo effettiva ammessa dalla norma
- VL                      tensione limite di contatto in BT

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di Calcolo impianto di terra</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RO</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF0800 002</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 9</b>

- IE            corrente di guasto dispersa a terra
- tf            tempo di intervento delle protezioni
- I<sub>dn</sub>        corrente differenziale nominale
- ρ            resistività del mezzo disperdente

Eventuali altri sigle potranno essere introdotte solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

Saranno inoltre utilizzati i seguenti termini:

**Dispersore o impianto di terra primario (ai sensi della Norma CEI 99-2, 99-3 e CEI 64-8):** insieme di conduttori in contatto elettrico diretto con il terreno o annegati nel calcestruzzo a contatto con il terreno.

**Impianto di terra secondario** (o impianto di terra interno): insieme di conduttori comprendente:

- conduttori di protezione;
- conduttori che collegano le masse di apparecchiature ad un collettore di terra ai fini della protezione contro i contatti indiretti;
- collettore principale di terra: elemento a cui fanno capo i diversi conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali principali, i conduttori di terra ed i conduttori di terra funzionali. Il collettore di terra è collegato al dispersore con uno o più conduttori di terra;
- conduttori di terra: conduttori, non in contatto col terreno, che collegano il collettore (o nodo) al dispersore oppure conduttori, non in contatto col terreno, che collegano tra loro due dispersori;
- conduttori equipotenziali: conduttore di protezione che mette diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale (funzione di collegamento equipotenziale).

## 4 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI

### 4.1 DISPERSORE (VERIFICA RESISTENZA MECCANICA)

Per quanto riguarda la resistenza meccanica e alla corrosione la Norma CEI 64-8 prevede di adottare per il dispersore le dimensioni minime riportate nella tabella seguente:

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di Calcolo impianto di terra	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO LF0800 002	REV. FOGLIO B 5 di 9

Materiale	Tipo di dispersore	Dimensione minima					
		Corpo			Rivestimento/guaina		
		Diametro mm	Sezione mm <sup>2</sup>	Spessore mm	Valori minimi µm	Valori medi µm	
Acciaio	Zincato a caldo	Piattina <sup>(b)</sup>		90	3	63	70
		Profilati (incl. piatti)		90	3	63	70
		Tubo	25		2	47	55
		Barra tonda per picchetto	16			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50
	Con guaina di piombo <sup>(a)</sup>	Tondo per dispersore orizzontale	8			1 000	
	Con guaina di rame estrusa	Barra tonda per picchetto	15			2 000	
	Con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14,2			90	100
Rame	Nudo	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 <sup>(c)</sup>			
		Corda	1,8 <sup>(d)</sup>	25			
		Tubo	20		2		
	Stagnato	Corda	1,8 <sup>(d)</sup>	25		1	5
	Zincato	Piattina		50	2	20	40
	Con guaina di piombo <sup>(a)</sup>	Corda	1,8 <sup>(d)</sup>	25		1 000	
		Filo tondo		25		1 000	

(a) Non idoneo per posa diretta in calcestruzzo. Si raccomanda di non usare il piombo per ragioni di inquinamento.  
(b) Piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati.  
(c) In condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm<sup>2</sup>.  
(d) Per fili singoli.

Tabella 1 – Materiale e dimensioni minime dei dispersori per garantire la resistenza meccanica e alla corrosione (rif. Tabella 51.1 CEI 64-8)

## 4.2 CONDUTTORE DI TERRA

Con riferimento al par. 542.3 della Norma, la sezione dei conduttori di terra deve essere conforme a quanto riportato nella seguente tabella.

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)
Non protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)	

(\*) Zincatura secondo la Norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente.

Tabella 2 – Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra (rif. Tabella 54A CEI 64-8)

Anche in questo caso, la sezione scelta pari a 120 mm<sup>2</sup> risulta idonea.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di Calcolo impianto di terra	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO LF0800 002	REV. B	FOGLIO 6 di 9

### 4.3 CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Con riferimento al par. 543 della Norma, la sezione dei conduttori di protezione deve essere scelta sulla base di uno dei metodi sotto riportati.

#### Mediante calcolo

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- $S_p$  è la sezione del conduttore di protezione ( $mm^2$ );
- $I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- $K$  è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione e dell'isolamento.

#### In relazione alla sezione del conduttore di fase

Il criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo i seguenti vincoli:

$$\begin{aligned} S_f < 16mm^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35mm^2: & \quad S_{PE} = 16mm^2 \\ S_f > 35mm^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Nel caso specifico si è scelto di adottare quest'ultimo metodo, ovvero determinare i conduttori di protezione sulla base della sezione dei rispettivi conduttori di fase.

## 5 VERIFICA CONTATTI INDIRETTI

La verifica della protezione contro i contatti indiretti è eseguita secondo i criteri descritti dalla Norma CEI 64-8 e di seguito riportati, relativamente ai diversi sistemi di distribuzione.

Per assicurare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito è necessario adottare i seguenti accorgimenti:

- Collegamento a terra di tutte le masse metalliche;
- Collegamento al collettore di terra dell'edificio dei conduttori di protezione, delle masse estranee (ad esempio: le tubazioni metalliche entranti nel fabbricato) tramite collegamenti equipotenziali principali e supplementari.

### 5.1 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE TT

La protezione contro i contatti indiretti, in un sistema TT, deve essere garantita mediante una o più delle seguenti misure:

- Interruzione automatica del circuito mediante protezioni differenziali coordinate con l'impianto di terra
- Utilizzo di componenti di classe II
- Realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento

Nel primo caso, affinché sia verificata la protezione contro i contatti indiretti, è necessario che in ogni punto dell'impianto sia rispettata la condizione:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di Calcolo impianto di terra</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RO</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF0800 002</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>7 di 9</b>

$$I_{dn} < \frac{V_L}{R_E}$$

dove:

- $I_{dn}$  [A] è il valore massimo di corrente differenziale presente nell'impianto che nel caso di cui trattasi si ipotizza pari a 1A;
- $V_L$  [V] è la tensione limite di contatto che nel caso di cui trattasi risulta pari a 50 V;
- $R_E$  [ $\Omega$ ] è la resistenza di terra ( $\Omega$ )

Pertanto, nel caso specifico, il valore massimo ammissibile per la resistenza dell'impianto di terra ( $R_E$ ) dovrà essere pari a 50 $\Omega$ .

Il calcolo della resistenza di terra è stato condotto utilizzando il software GSA® (Grounding System Analysis), sviluppato da SINT Srl. Si riportano i risultati di calcolo in Allegato.

## 6 CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE

La resistività del terreno può assumere nel tempo valori anche molto diversi essendo questa fortemente influenzata dall'umidità e dalla temperatura.

Inoltre la resistività è solitamente una caratteristica tutt'altro che omogenea e varia da punto a punto sulla superficie ed in profondità.

Di conseguenza il valore di progetto ed i calcoli eseguiti nel presente progetto dovranno essere verificati in fase realizzativa mediante misure di resistenza di terra qualora necessario.

## 7 ALLEGATI

Gli allegati sono organizzati nei seguenti documenti:

- Allegato 1: Dimensionamento e verifica dell'impianto di terra

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di Calcolo impianto di terra	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RO</b>	DOCUMENTO <b>LF0800 002</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>8 di 9</b>

## 8 ALLEGATO 1 – DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IMPIANTO DI TERRA

### 8.1 GENERALITÀ

Nella presente sezione vengono illustrati i calcoli di verifica dell'impianto di terra, secondo le modalità descritte nella relazione di calcolo.

In particolare i calcoli eseguiti riguardano:

- verifica del dispersore (impianto di terra esterno): calcolo della resistenza di terra

### 8.2 VERIFICA DISPERSORI DEL FABBRICATO

L'ipotesi di partenza per la verifica dei dispersori del fabbricato (come rappresentato negli elaborati progettuali a cui si rimanda) è l'utilizzo di:

- n° 3 dispersori verticali rappresentati da picchetti tondi o a croce di lunghezza 3 m, disposti in maniera da non interferire l'uno con l'altro
- corda di rame nudo da 120 mm<sup>2</sup> stesa per interconnettere i picchetti, posata a una profondità di 1,2 m.

In conformità al Progetto Definitivo, si assume nei calcoli un valore di resistività del terreno  $\rho_E$  pari a 100  $\Omega\text{m}$ . Il valore della resistenza dell'impianto di dispersione dovrà comunque essere misurato ad impianto realizzato e confrontato con i limiti richiesti/imposti dalle Norme.

### 8.3 STAZIONE DI ORSARA

Il modello implementato nel calcolo è il seguente:

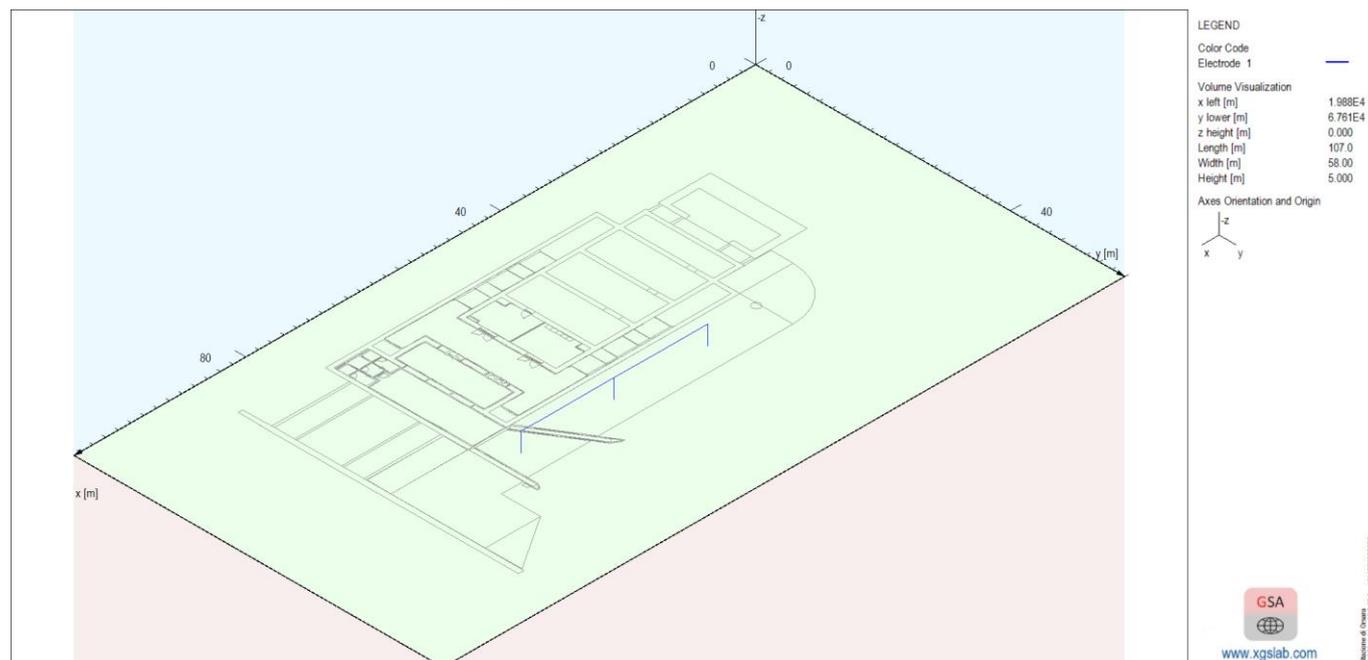


Figura A1-1 - Modello dispersore complessivo

