

Progettazione di impianti di terra

Software di calcolo

Roberto Andolfato, Gianluca Grotto

La progettazione degli impianti di terra, in particolare per sistemi in Alta Tensione, pone problematiche che richiedono specifiche competenze. Nel tempo, il dimensionamento dei dispersori è stato affrontato con l'impiego della vasca elettrolitica e di modelli in scala, oppure, nei casi di geometrie semplici, mediante abachi o apposite formule.

Oggi, la disponibilità di mezzi di calcolo con elevate prestazioni e di specifici metodi di calcolo numerico, consente di effettuare simulazioni alquanto realistiche.

Nell'articolo vengono descritte le

peculiarità del software di calcolo GSA (*Grounding System Analysis*), sviluppato e commercializzato dalla società SINT Informatica S.r.l. (società di SINT Ingegneria S.r.l.) e dedicato al dimensionamento dei dispersori per gli impianti di terra nel comportamento a bassa frequenza ed all'analisi della resistività del suolo.

Il software si basa su un metodo di calcolo agli elementi finiti e consente di analizzare con elevato grado di dettaglio le prestazioni di un dispersore di forma qualsiasi, anche composto da più elettrodi distinti, immerso in un mezzo uniforme o a due strati.

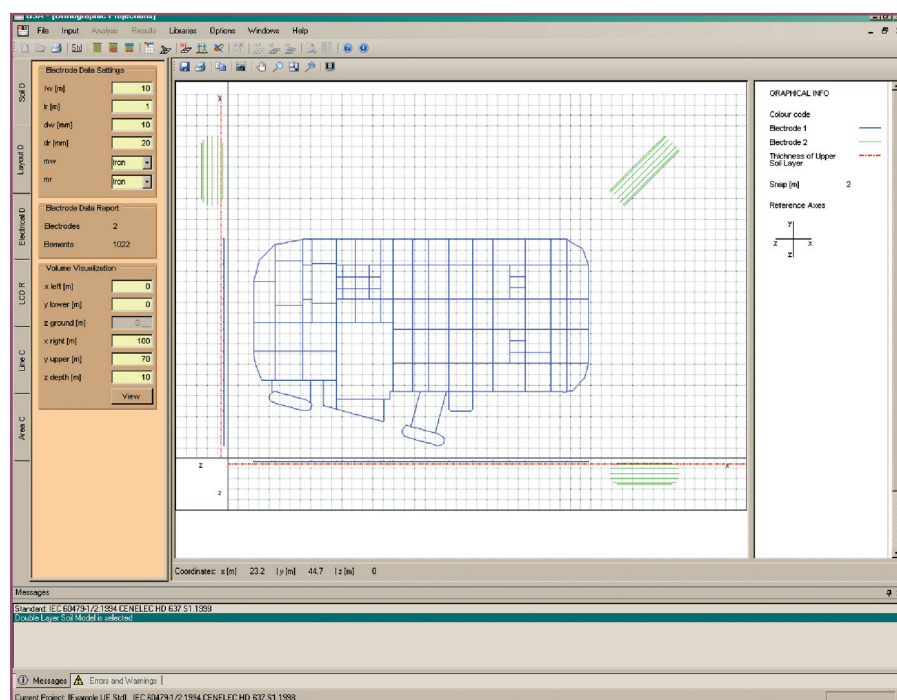
È commercializzato dal 2007, ma i suoi algoritmi di calcolo sono utilizzati e validati dalla società fin dal 1993 con numerose applicazioni in

molte Paesi dove si applicano le Norme europee CENELEC o le Norme americane IEEE, ovvero nella maggior parte del mondo.

Consente una gestione user friendly degli input ed output. Le sue principali caratteristiche, in termini di dati richiesti in ingresso e di risultati resi disponibili in uscita, possono essere riassunte come indicato di seguito. I dati richiesti sono essenzialmente i seguenti:

- **dati elettrici:** il software richiede principalmente la corrente di guasto monofase a terra, i dati per il calcolo della corrente dispersa, il tempo d'intervento delle protezioni e le Norme di riferimento per il calcolo dei limiti per le tensioni di contatto e di passo o per il dimensionamento termico dei dispersori. Per l'input di alcuni dati elettrici, in futuro, potrà essere integrato con il software di calcolo NEPLAN per lo studio dei sistemi elettrici di potenza;

- **dati geometrici** (figura 1): l'utente deve definire la geometria del sistema disperdente, i materiali previsti, ecc. La definizione della geometria può essere numerica o, più utilmente, grafica. In quest'ultimo caso, i dati numerici vengono ricavati dal software convertendo un file AutoCAD contenente il layout del dispersore. Il software offre la possibilità di considerare contemporaneamente fino a 10 elettrodi distinti: ad esempio, dispersori di ritorno, dispersori di linee di trasmissione o elementi metallici interrati a potenziale flottante. La possibilità di graduare il frazionamento



Layout di un sistema con un elettrodo disperdente (blu) ed un elettrodo flottante (verde)

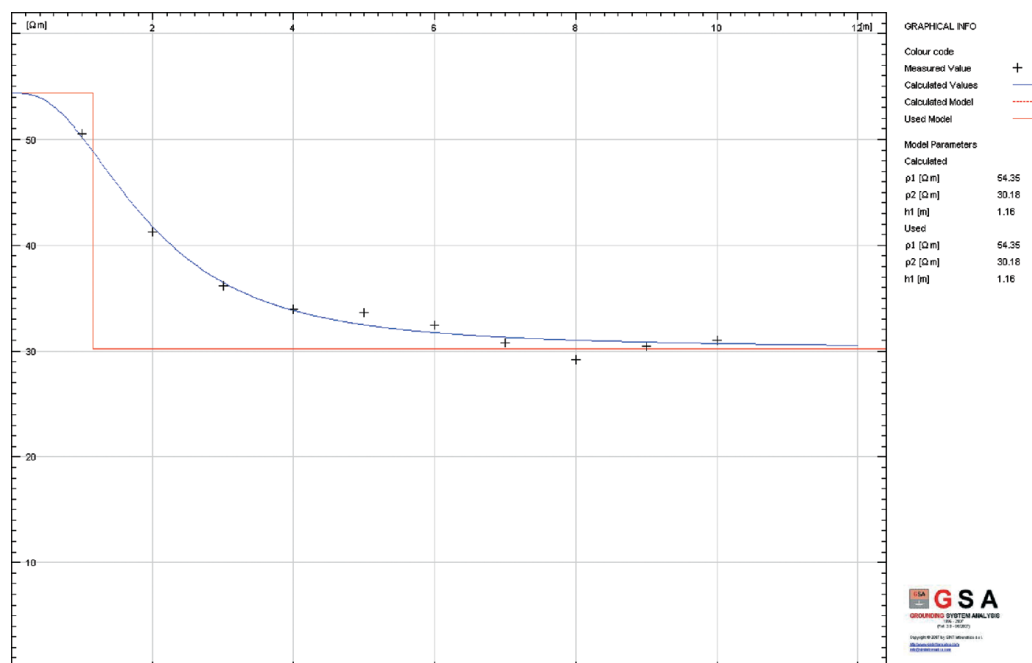
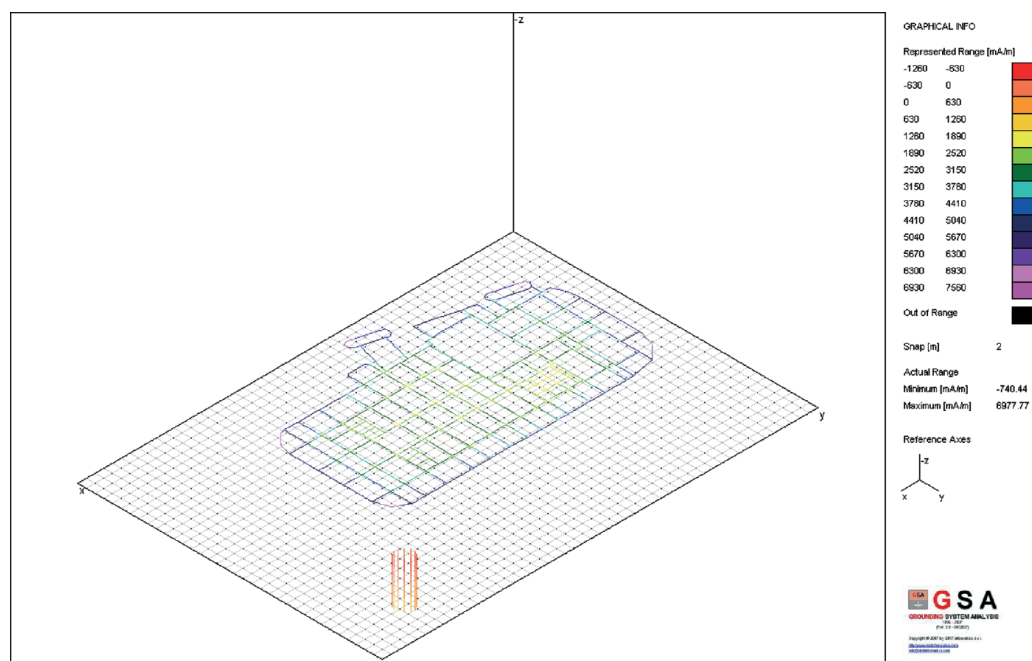


Figura 2:
Modello a due
strati di mezzo
disperdente

Figura 3:
Distribuzione
della densità
di corrente
dispersa



mento del sistema disperdente in sorgenti elementari consente di gestire tempi e precisione di calcolo; ■ dati fisici (figura 2): da ultimo vanno specificate le caratteristiche del mezzo disperdente. Il software supporta mezzi uniformi oppure a due strati orizzontali, oltre ad un sottile strato superficiale tipicamente di materiale ad alta resistività. Il modulo di analisi della resistività del suolo, integrato nel software, consente di determinare i parametri del modello del mezzo disperdente, a partire da un opportuno set di misure di resistività condotte con il metodo di Wenner.

Il software fornisce una vasta libreria contenente valori tipici di resistività del terreno e degli strati superficiali più utilizzati. Consente, inoltre, di considerare anche elettrodi posti nel cemento o in un terreno trattato per ridurne la resistività.

I risultati resi disponibili sono essenzialmente i seguenti:

- layout del sistema disperdente: il dispersore può essere visualizzato secondo proiezioni ortogonali o rappresentazioni isometriche;
- corrente dispersa: calcola il fat-

tore di riduzione della corrente di guasto a terra (r) secondo le Norme CENELEC, oppure il fattore di decremento (Df) ed il fattore di riduzione (Sf) secondo le Norme IEEE e consente, quindi, di ottenere la corrente dispersa. Si possono considerare fino a 10 linee connesse al punto di guasto;

- sezione minima: calcola la sezione trasversale minima dei conduttori del dispersore per far fronte alle sollecitazioni termiche, tenuto conto delle massime correnti e dei relativi tempi d'interruzione. Il metodo di calcolo è funzione della Norma CENELEC o IEEE considera-

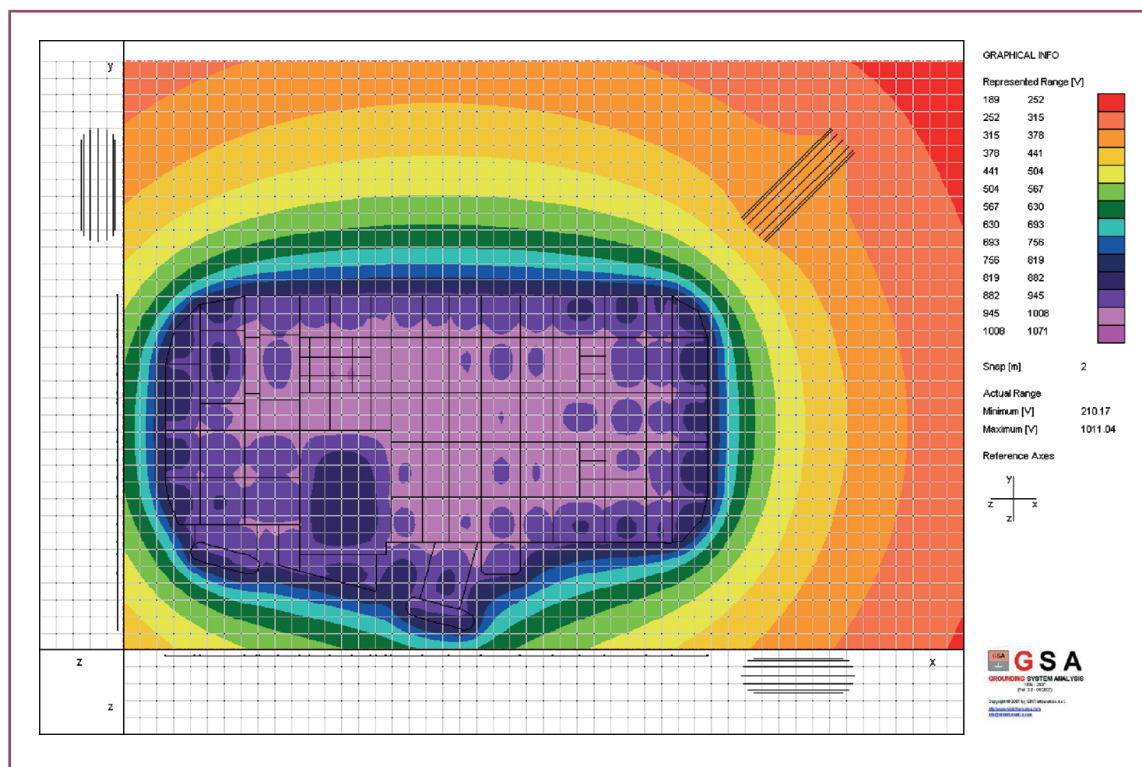
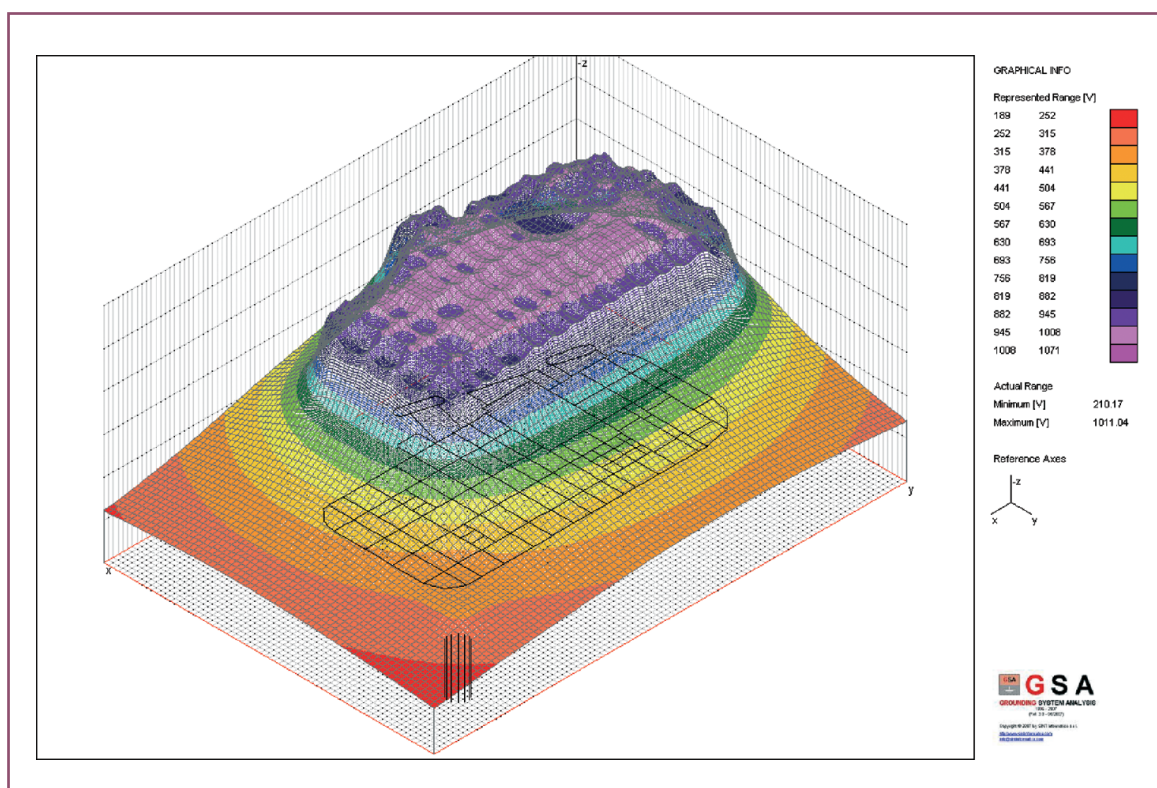


Figura 4:
Rappresentazione
2D del potenziale
di terra
superficiale.
Curve di livello

Figura 5:
Rappresentazione
3D del potenziale
di terra
superficiale



ta. Fornisce una vasta libreria contenente valori tipici delle costanti dei materiali utilizzati per i dispersori;

- limiti ammessi per le tensioni di contatto e di passo: i limiti sono calcolati in ottemperanza alle Norme CENELEC o IEEE, eventualmente considerando il coefficiente di ri-

duzione dovuto ad un sottile strato superficiale (C_s), secondo le Norme IEEE;

- resistenza di terra: calcola la resistenza e la tensione totale di terra di ciascun elettrodo del sistema disperdente. Nel caso in cui il sistema disperdente comprenda più elettrodi, calcola anche il valore di

mutua resistenza tra elettrodi distinti ovvero il valore di tensione trasferita;

- densità di corrente dispersa (figura 3): viene calcolata la distribuzione della densità di corrente dispersa dal sistema disperdente ed è possibile la sua rappresentazione grafica tridimensionale, uti-

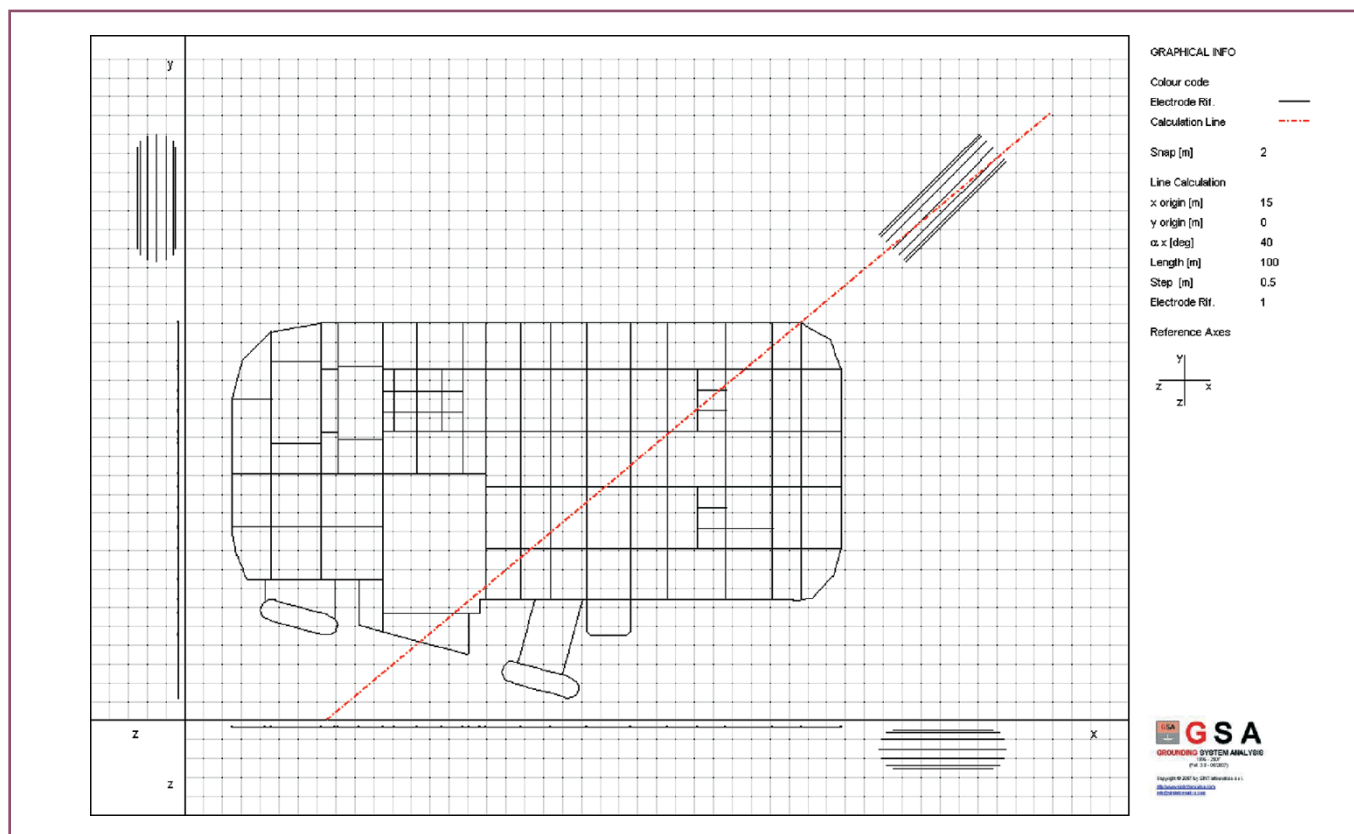


Figura 6: Direttrice di calcolo

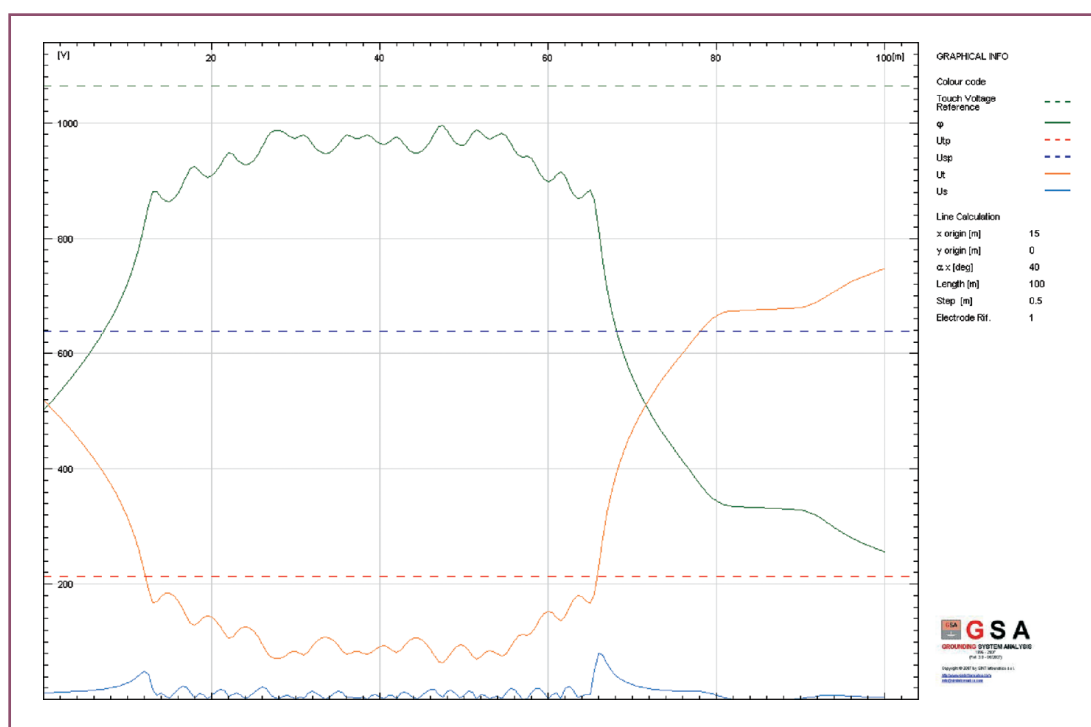


Figura 7: Risultati del calcolo lungo la direttrice scelta

le per la verifica dell'effettiva efficacia di specifiche porzioni di dispersore;

■ potenziale di terra su aree (figure 4 e 5): calcola la distribuzione del potenziale di terra su un'area rettangolare comunque orientata sulla superficie e ne consente la

rappresentazione grafica a colori in 2D o 3D;

■ tensioni di contatto e di passo su direttrici (figure 6 e 7): è possibile calcolare la distribuzione delle tensioni di contatto e di passo su una direttrice comunque orientata sulla superficie e di rappresentarle as-

sieme a tensione totale di terra, potenziale di terra e limiti normativi ammessi, in modo da individuare rapidamente eventuali situazioni di pericolo;

■ tensioni di contatto e di passo su aree (figure 8 e 9): è, inoltre, possibile calcolare la distribuzione del-

Figura 8:
Rappresentazione
2D di aree dove
le tensioni
di contatto
sono entro i limiti
e dove le tensioni
di passo sono
oltre i limiti

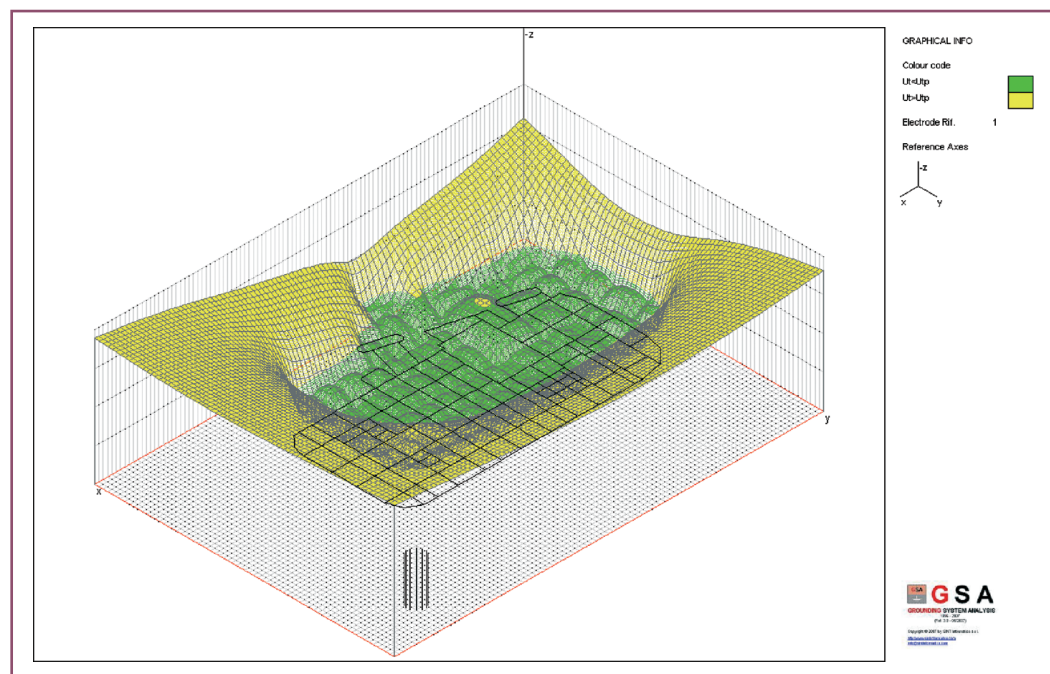
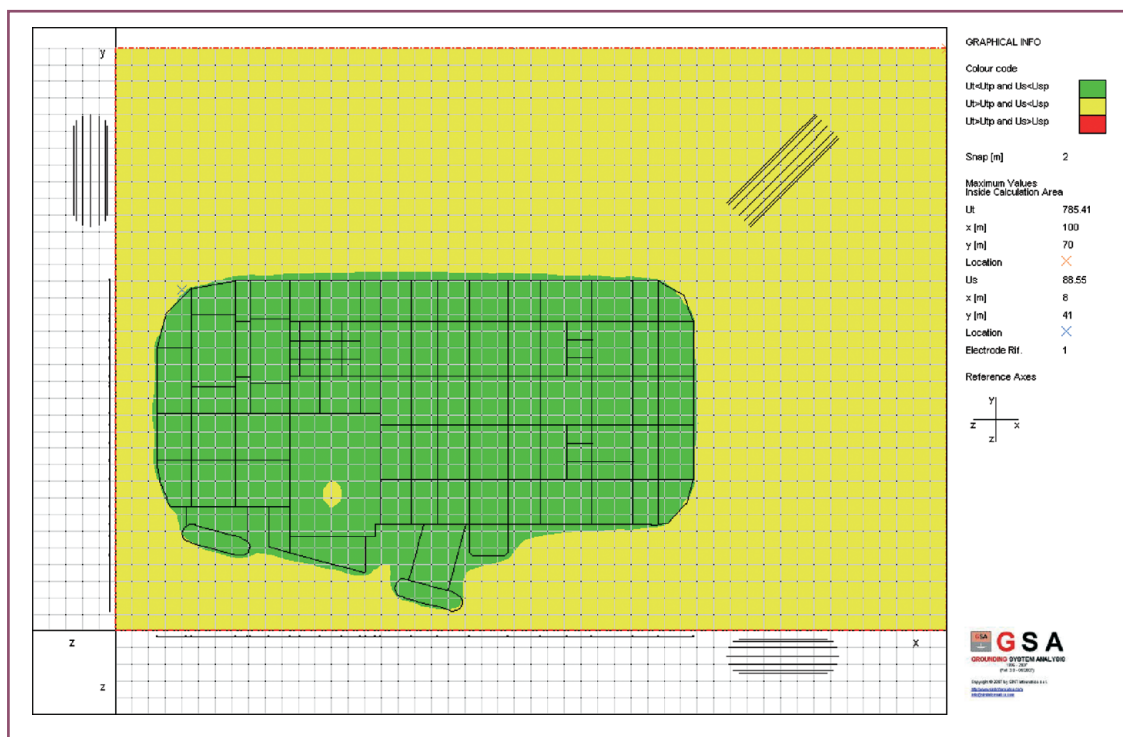


Figura 9: Rappresentazione 3D di aree dove le tensioni di contatto sono entro i limiti e dove le tensioni di passo sono oltre i limiti

le tensioni di contatto e di passo su un'area rettangolare comunque orientata sulla superficie e di rappresentarle in grafici 2D o 3D, in modo da individuare rapidamente eventuali situazioni di pericolo;

- **distinta materiali:** consente di ottenere automaticamente la distinta dei materiali utilizzati per il dispersore (conduttori e picchetti).

È possibile, infine, l'esportazione

dei risultati grafici verso altre applicazioni Windows, consentendo all'utente di realizzare rapporti di calcolo completi e personalizzati.

Il software si propone come strumento per la progettazione di nuovi dispersori o la verifica di dispersori esistenti. Come spesso accade, anche la progettazione di un impianto di terra nel rispetto dei vincoli imposti, ammette non una, ma una serie di soluzioni. In tal senso, con un approccio

progettuale per iterazioni successive il software consente d'identificare la soluzione ottimale.

Ovviamente, nell'impiego di qualsiasi software di calcolo va considerato che i risultati in uscita sono attendibili quanto lo sono i dati in ingresso. Per GSA certamente i dati in ingresso più critici riguardano i dati fisici relativi al mezzo disperdente, la cui attendibilità dipende dalla metodologia e dalla strumentazione adottate nelle misure di resistività del terreno, oltre che dall'analisi dei valori ottenuti. In definitiva, posto che la progettazione di un impianto di terra non

può prescindere dalla professionalità del progettista, questo software può offrire un ausilio fondamentale.



AUTORI

ROBERTO ANDOLFATO
 GIANLUCA GROTTA
 SINT Informatica S.r.l.