



ALLEGATO 08

Descrizione schede software di calcolo in licenza d'uso

L'Agenzia ha già nelle proprie disponibilità alcuni software di calcolo previsionale con licenza proprietaria per le sorgenti di campo elettromagnetico a bassa e ad alta frequenza.

I predetti software di calcolo sia per le sorgenti di campo ELF che HF consentono, sulla base delle specifiche tecniche e geometriche delle linee ELF e degli impianti HF, il calcolo dei livelli di esposizione ai campi elettrico, magnetico ed elettromagnetico prodotti.

Per tali software dovrà essere garantita la compatibilità dell'import/export con il componente di back office di CERCAL.

1. Software di calcolo per l'alta frequenza

Il software di calcolo per l'alta frequenza utilizzato dai funzionari dell'Agenzia è **NFA3D** (Near Field Analyser 3D), prodotto da ALDENA S.r.l.

Detto software opera in ambiente Windows ed è utilizzato per la previsione dei campi elettromagnetici generati da antenne trasmettenti che irradiano segnali di frequenza compresa tra 30 MHz e 3 GHz.

Rientrano quindi in queste frequenze tutti i siti trasmettenti nelle bande per la radiocomunicazione, per il broadcasting radiofonico e televisivo e per la telefonia mobile. I segnali di frequenze inferiori o superiori vengono comunque anch'essi calcolati con un buon grado di approssimazione. In base ad alcune verifiche effettuate confrontando simulazioni con NFA3D a misure di campo, la gamma di frequenze di lavoro del programma può essere estesa da 1 MHz a 40 GHz con un grado di affidabilità più che accettabile. NFA3D è conforme alle normative vigenti in Italia ed è installabile su Personal computer con sistemi operativi Microsoft Windows 98SE, Millennium, NT, 2000, XP; sul PC deve essere garantito il supporto alla grafica tridimensionale OpenGL. E' un prodotto destinato a: Emittenti Radiotelevisive Pubbliche o Private, Enti Pubblici o Privati con reti di Telecomunicazioni, Enti di Stato in relazione con l'Ambiente, Organi di Controllo, Gestori di postazioni trasmettenti, Gestori di Reti di Telecomunicazioni o di Telefonia mobile. Near Field Analyzer 3D ha lo scopo di permettere a tutti coloro che si occupano di campi elettromagnetici irradiati dalle antenne trasmettenti (siano essi tecnici esperti in progettazione di sistemi di antenne, oppure solo con poche cognizioni di base) di prevederne i livelli irradiati, evitando eventuali situazioni a "rischio sanitario", oppure di simulare il funzionamento delle postazioni esistenti individuando le situazioni critiche e procedendo con operazioni di bonifica. Le opzioni principali della versione NFA3D danno la possibilità di visualizzare il solido d'irradiazione complessivo e la sezione verticale di una postazione trasmettente in formato tridimensionale, nonché la possibilità di ricostruire l'ambiente urbano circostante, calcolando sommariamente l'ostruzione da

esso causata. L'operatore ha a disposizione una vasta libreria di antenne elementari con cui "ricostruire" in maniera semplice ed automatizzata, i sistemi d'antenna più comunemente impiegati. In caso di antenne elementari non comprese nella libreria, è possibile importare dati da database esterni; è inoltre possibile utilizzare i file di progetto .PRJ generati con il programma SR4 (nelle versioni SR4 full e SR4 LT) Aldena.

Il programma NFA3D consente di verificare sistemi radianti VHF e UHF in uno spettro di frequenze compreso fra i 30 e i 3000 MHz. Tale procedura avviene assemblando le caratteristiche d'irradiazione delle singole antenne elementari (dipoli, pannelli, antenne yagi, ecc.) che costituiscono i sistemi di antenne. NFA3D permette di importare ed aprire tutti i sistemi creati con i programmi Aldena SR4 full e SR4 LT, appositamente ideati per la progettazione dei più complessi sistemi di antenne. I sistemi generati con NFA3D sono a loro volta compatibili con quelli generati dalle versioni di SR4, ma sono caratterizzati dalle seguenti limitazioni (casi validi per sistemi radianti composti da più antenne elementari, come i sistemi per il broadcasting radiotelevisivo):

- il sistema di antenne può essere composto da più cortine di antenne, purché l'angolo tra due cortine contigue, in un sistema composto da più di 2 cortine, sia sempre il medesimo;
- il numero di piani di antenne è variabile a piacere, ma dovrà essere il medesimo per ogni cortina (ogni cortina dovrà quindi essere composta dallo stesso numero di antenne elementari).

Inoltre alcuni dei parametri relativi alle antenne elementari, saranno uguali per tutte le antenne del sistema radiante proprio perché si tratta di valori che vengono inseriti automaticamente dal programma. Questi parametri sono:

- la potenza di alimentazione, cioè la percentuale di potenza del trasmettitore che fluisce nella singola antenna. Ogni antenna sarà quindi alimentata da una percentuale di potenza uguale a quella delle altre e la somma di questi valori sarà pari al 100%;
- la fase elettrica di alimentazione di ciascuna antenna, riferita alla frequenza di lavoro del sistema di antenne, sarà originariamente uguale a 0° (zero gradi) per tutte le antenne del sistema. Per modificare questi valori è sufficiente impostare un abbassamento elettrico del sistema: in questo caso gli sfasamenti elettrici relativi alle antenne di una cortina saranno calcolati automaticamente dal programma;
- l'abbassamento elettrico o meccanico delle antenne del sistema. L'applicazione di questo algoritmo di ottimizzazione comporta un'inclinazione meccanica delle antenne, pari all'angolo desiderato, se tutte le cortine del sistema sono composte da una singola antenna elementare (ad esempio: 4 pannelli per

broadcasting televisivo montati su uno stesso piano orizzontale ed orientati in 4 direzioni a 90° tra loro, oppure il singolo pannello di una cella di una Stazione Radio Base); nel caso in cui il numero di piani di antenne sia superiore a uno, l'algoritmo calcola automaticamente un'inclinazione elettrica, applicando gli opportuni sfasamenti elettrici ad ogni singola antenna della cortina, e replicando poi le stesse impostazioni per tutte le eventuali altre cortine, in modo da ottenere un abbassamento generale del solido di irradiazione pari all'inclinazione desiderata;

- la distanza di ciascuna antenna elementare dall'asse del traliccio: essa viene determinata automaticamente per tutte le antenne in funzione dalla dimensione della struttura di sostegno; il programma posizionerà automaticamente le antenne sui lati (traliccio a sezione quadrata), sugli spigoli (traliccio a sezione triangolare) o tangenti (traliccio a sezione tonda) al sostegno. E' importante ricordare che la struttura di sostegno, sia essa metallica o di altra natura, non verrà comunque in alcun modo considerata nei calcoli.

Inoltre, l'Agenzia ha in programma l'acquisizione di un upgrade di detto software di calcolo alla **versione EMLAB**. Anche per tale software dovrà essere garantita la compatibilità dell'import/export verso il componente di back office di CERCAL.

Emlab consente una gestione completa, il controllo e la valutazione degli impatti ambientali causati dai campi elettromagnetici generati dalle antenne trasmettenti.

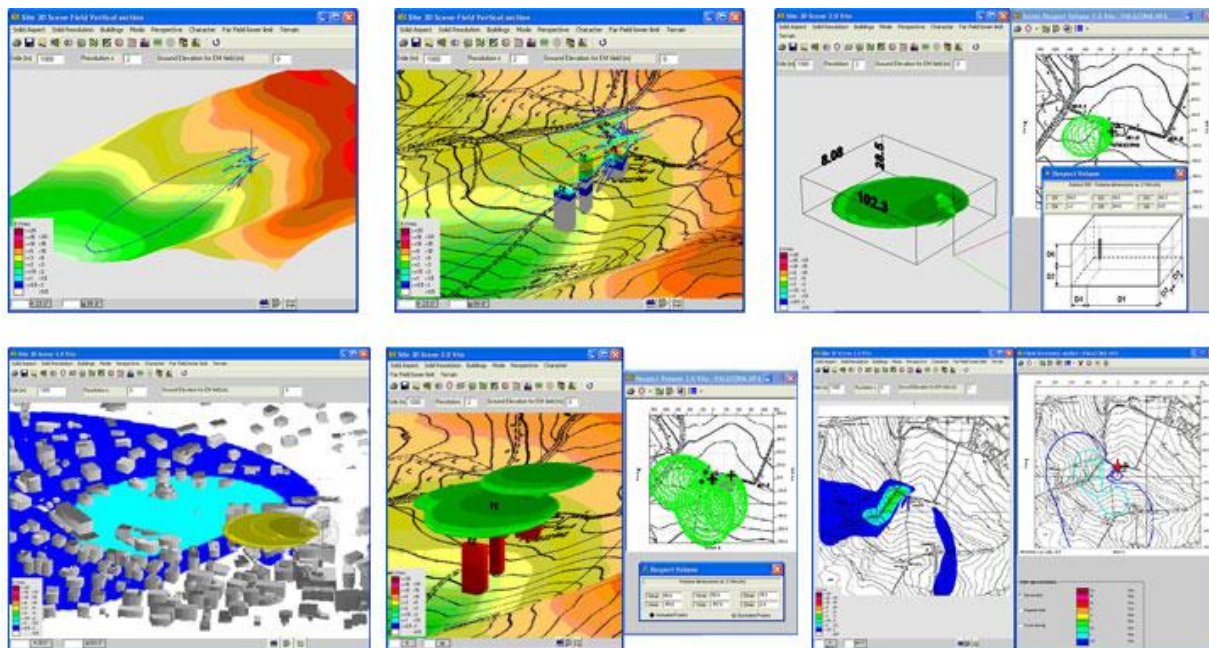
Inoltre, consente un esame più approfondito del solido generato dalle radiazioni, alimentando un numero indefinito di antenne elementari (Antenna System) con lo stesso trasmettitore. Il solido viene anche analizzato tridimensionalmente, sovrapposto a mappe o una ricostruzione del territorio geografico (DTM - Digital Terrain Model), ma senza tener conto degli ostacoli causati da esso. Oltre alle mappe scelte e georeferenziate dall'utente, le maschere di riferimento e le indicazioni delle posizioni servite possono essere sovrapposte ai diagrammi polari orizzontali (sezioni coniche). Il software aiuta l'utente a calcolare le differenze di fase necessarie per ottenere le inclinazioni elettriche, riempire il primo null e ottenere i valori di protezione.

Il software calcola anche il valore dell'impatto ambientale del sistema in questione. Il campo irradiato vicino alle antenne viene analizzato da sezioni di piani verticali o orizzontali che possono essere sovrapposte su mappe o disegni e rappresentate da curve iso-level o da aree colorate con valori di livello e colori definiti dall'utente.

E' possibile visualizzare i solidi di irradiazione in 3D, di simulare gli edifici nell'area urbana circostante e di calcolare genericamente il modo in cui strutturano la trasmissione.

La versione EMLAB Ambiente consente di:

- calcolare le curve di isolamento per il campo totale irradiato da 100 Antenna Systems, sulle sezioni del piano orizzontale o verticale del campo;
- calcolare il volume di rispetto per l'intero sito o per i singoli settori (celle) della stazione base per un determinato valore di campo;
- calcolare la forza del campo nei vari PUNTI DI CONTROLLO definibili dall'utente situati in tutto il sito e somma i livelli di fondo elettromagnetico di ingresso;
- ricostruisce l'ambiente urbano circostante nel campo elettromagnetico, simulando qualsiasi edificio vicino in 3D. Tutti gli edifici nell'ambiente urbano possono essere simulati da parallelepipedi che possono essere dimensionati e posizionati secondo necessità o importati da file SHP;
- calcolare la distribuzione del campo elettromagnetico sulle superfici dell'edificio;
- calcolare il campo solo se in vista con antenne, tenendo conto delle ostruzioni causate dagli edifici e visualizza le modifiche nel campo irradiato;
- calcolare la riduzione di potenza necessaria in linea con la legislazione applicabile e i livelli massimi consentiti;
- inserire di mappe geografiche, disegni o immagini come sfondo per le curve di campo;
- esportare in formato DXF tutte le rappresentazioni grafiche.



--- Esempi di elaborazioni numeriche e grafiche di EMLAB ---

2. Software di calcolo per la bassa frequenza

Il software di calcolo in licenza d'uso per la bassa frequenza attualmente utilizzato dai funzionari dell'Agenzia è WinELF Lite (prodotto da SE.DI.COM. S.r.l.).

La Suite Win EDT contiene i moduli VICREM per le alte frequenze ed ELF per le basse frequenze.

Il modulo per le basse frequenze consente la gestione dei dati relativi alle linee di distribuzione dell'energia elettrica e l'analisi del campo magnetico prodotto.

Gli archivi memorizzano informazioni relative a:

- gestori;
- linee elettriche, tronchi, tratti, campate e sostegni secondo il prototipo del catasto delle sorgenti di inquinamento elettromagnetico (in base al rapporto RTI CTN-AGF 4/2001).

Dispone di archivi georiferiti tramite i quali è possibile descrivere nel dettaglio una o più reti di trasporto dell'energia elettrica.

L'inserimento dei parametri geometrici è agevolato dai disegni dei tralicci (cfr. figura 1):

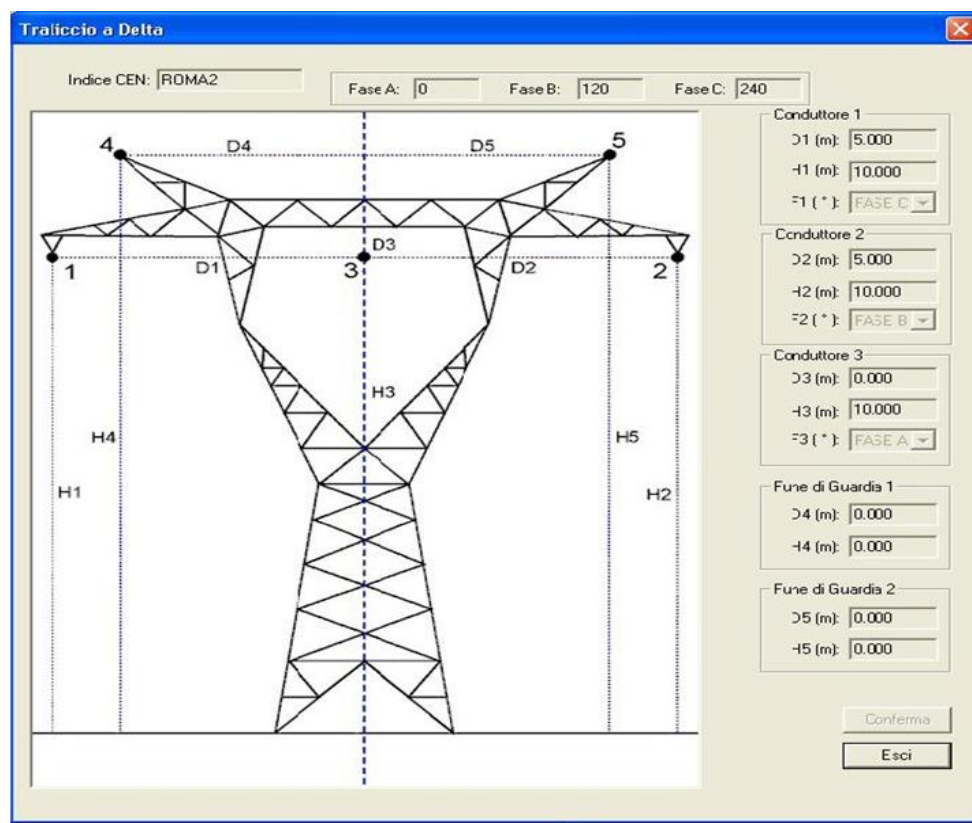


Figura 1

Il calcolo del campo magnetico prodotto può essere effettuato secondo la norma CEI 211-4 o per integrazione lungo la catenaria.

L'utilizzo di dati georiferiti consente di ottenere informazioni di maggiore dettaglio quali, ad esempio, l'individuazione di aree sensibili o il calcolo della popolazione impattata.

L'analisi del campo magnetico può essere fatta con:

- sezione orizzontale al suolo (figura 2);
- sezione orizzontale assoluta (figura 3);
- sezione verticale (figura 4);
- volume prismatico (figura 5).

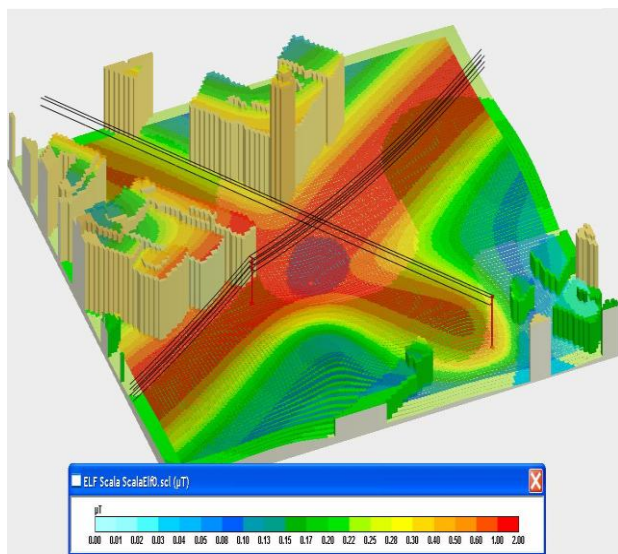


Figura 2

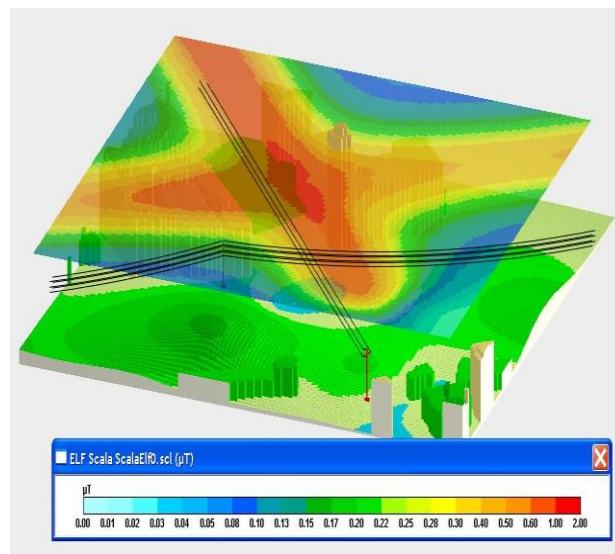


Figura 3

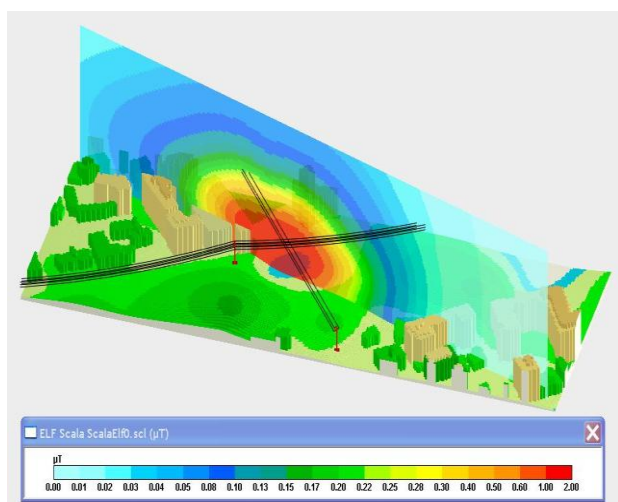


Figura 4

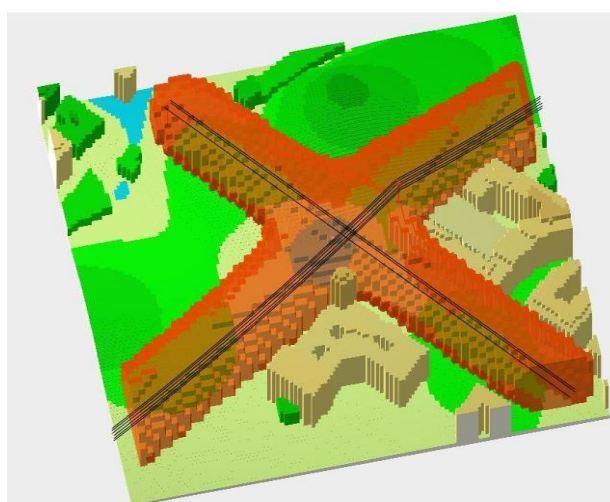


Figura 5

E' possibile individuare le fasce di rispetto in base alla circolare APAT nov/04 che le indica come le proiezioni verticali a livello del suolo delle regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$ in termini di valore efficace.

Ed è anche possibile individuare direttamente le superfici di isocampo di induzione magnetica pari ad una soglia prefissata (cfr. figure 6 e 7).

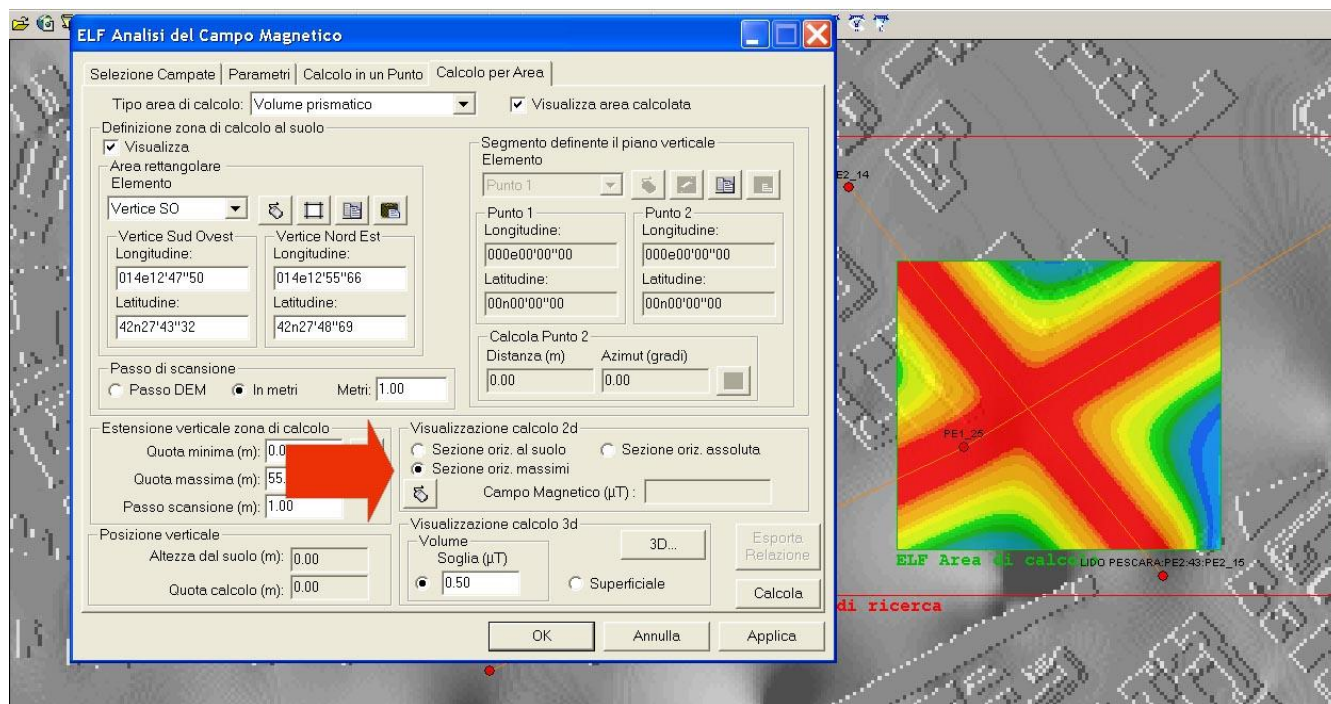


Figura 6

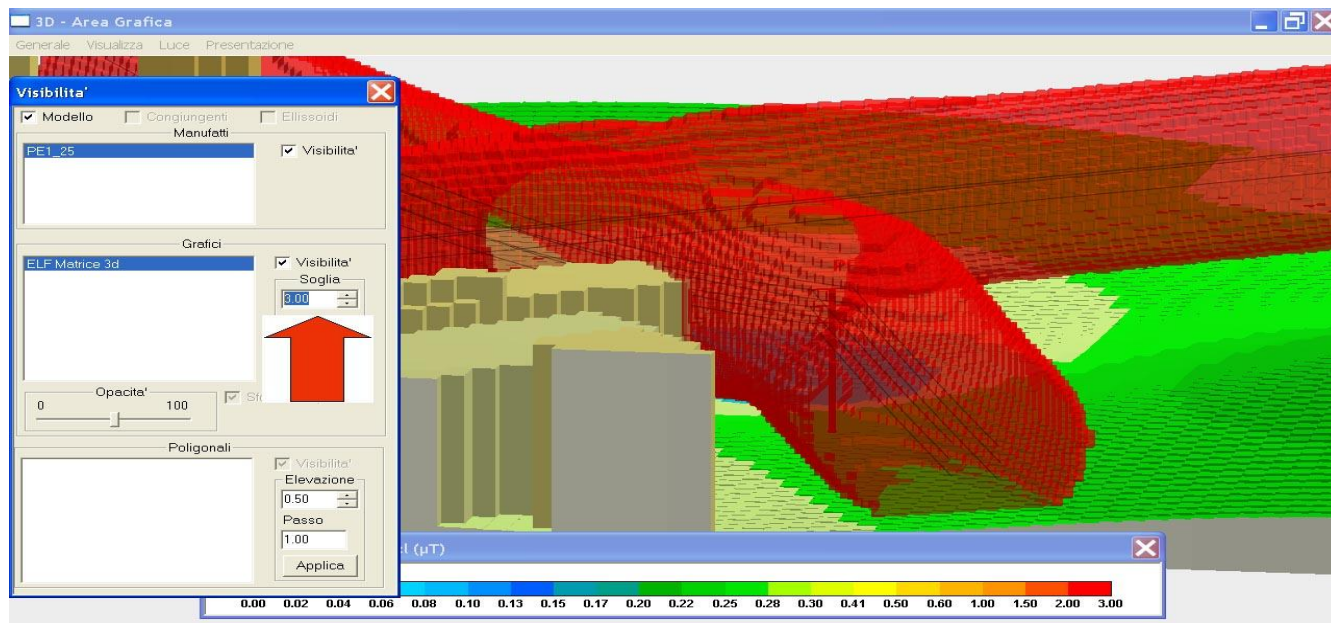


Figura 7

WinELF consente la generazione automatica della documentazione necessaria alla preparazione della relazione tecnica in formato Excel tramite un pulsante di export associato ad ogni pannello di calcolo. Tutte le attività di analisi e verifica dei campi radio elettrici sono state sviluppate in accordo alle normative ITU o CEI, ove applicabili, e ai modelli disponibili in letteratura.

In particolare si è fatto riferimento alla norma CEI 211-10 nelle analisi del Vicrem (alte frequenze) e alla norma CEI 211-4 nelle analisi di WinELF (basse frequenze).

Vantaggi:

- riduzione dei tempi di lavoro: grazie ad esempio alla possibilità di memorizzare le simulazioni effettuate (sia bidimensionali che tridimensionali) e di riprodurle ogni volta che si desidera, senza lavoro aggiuntivo;
- riduzione del carico di lavoro: l'interfaccia è omogenea ed intuitiva, inoltre il software consente la generazione automatica degli elementi, quali i grafici ed i report, necessari per la redazione delle relazioni tecniche.

La versione WinELF Lite nelle disponibilità dell'Agenzia è caratterizzata da notevoli limitazioni per quanto riguarda il numero massimo di campate (4 campate) e l'utilizzo del 3D.

A tal proposito l'algoritmo di calcolo nella Lite è quello della sezione bidimensionale come espresso dalla norma CE211-4, e non implementa quello di integrazione numerica tridimensionale dei conduttori ("integrazione catenaria") richiesto dall'attuale normativa.

La struttura del data base ELF è costituita dalle seguenti tabelle:

- **Gestore:** Gestore di linee elettriche. Cataloga tutti i gestori di linee elettriche presenti nel modello;
- **Linea elettrica:** Modello della linea elettrica. Elenca tutte le linee, caratterizzate da gestore, tensione, lunghezza totale, anno di costruzione, etc.;
- **Tronco:** Parte di una linea elettrica con caratteristiche gestionali omogenee. È l'insieme dei collegamenti che uniscono due impianti allo stesso valore di tensione;

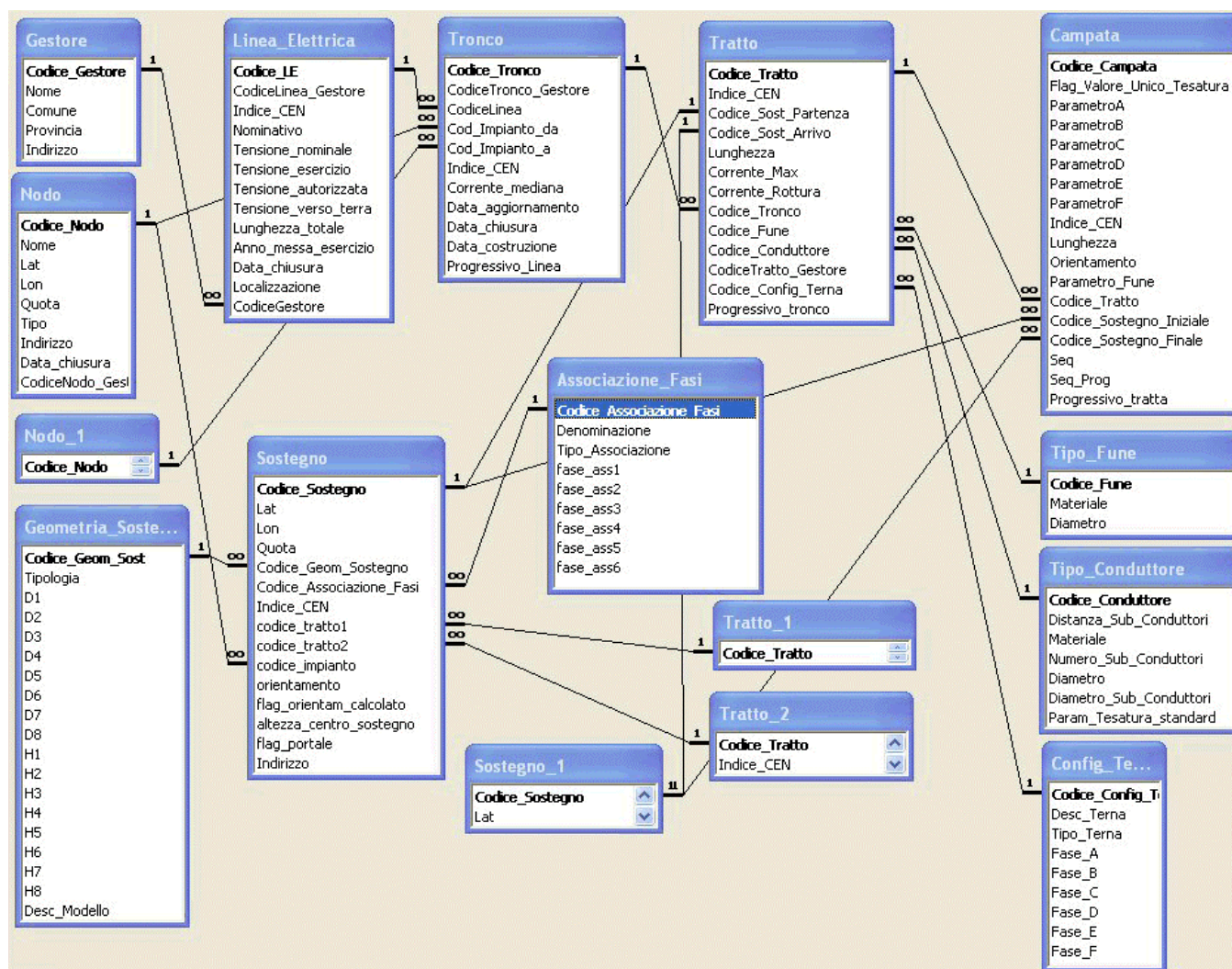
Prevede che vengano specificati i nodi di inizio, fine e la loro natura (cabina, traliccio, etc.);

- **Tratto:** Parte di un tronco con caratteristiche fisiche omogenee tra cui:
 - Singola/doppia terna, numero di conduttori caratterizzanti il tratto e valori di fase associati a ciascun conduttore;
 - Corrente;
 - Conduttori;
 - Funi di guardia.

La specifica dei sostegni di inizio e fine è possibile ma non obbligatoria;

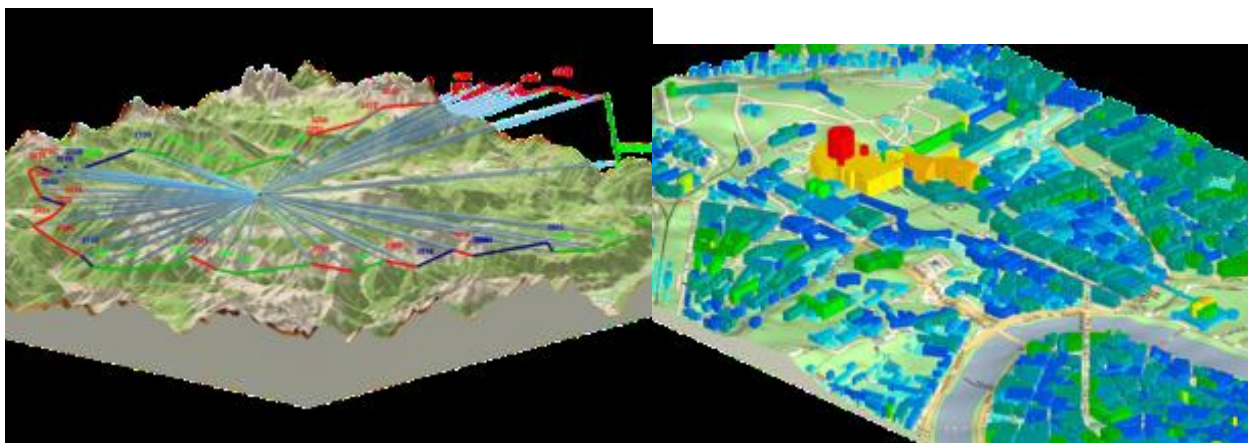
- **Tipo conduttore:** Caratterizzazione delle funi conduttrici di trasporto elettricità. Vengono indicati:
 - Descrizione materiali;

- Diametro;
 - Numero e distanza subconduttori con diametro equivalente calcolato;
 - Valore di tesatura standard;
- **Tipo fune:** Caratterizzazione delle funi di guardia. Vengono indicati:
- Descrizione materiali;
 - Diametro;
- **Nodi:** Catalogo degli impianti di inizio/fine dei tronchi, con informazioni sintetiche sulla loro posizione e natura;
- **Sostegno:** Modello di un sostegno di una linea elettrica, cioè del traliccio. Vengono indicati:
- Coordinate al suolo del centro del traliccio;
 - Geometria del sostegno;
 - Tratto di riferimento;
 - Indicazione di orientamento calcolato/assegnato;
 - Angolo di orientamento rispetto al nord;
 - Identificazione delle campate di inizio e fine;
 - Associazione tra fasi e punti di attacco al sostegno;
 - Eventuale impianto associato al sostegno, se questo è di tipo Portale;
- **Geometria sostegno:** Caratterizzazione della geometria di un sostegno. Vengono indicati:
- Tipo traliccio;
 - Altezza e scostamento laterale di tutti i punti di attacco di conduttori e funi di guardia;
- **Campata:** Modello del tratto di linea elettrica tra due sostegni. Contiene:
- Indicazione dei sostegni di inizio e fine;
 - Lunghezza e orientamento della campata (calcolati);
 - Parametri di tensione meccanica dei conduttori e delle funi di guardia;
- **Configurazione Terna:** Caratterizza la configurazione della terna (ossia se singola, doppia, sfasamento tra fasi, etc.);
- **Associazione Fase Sostegni:** Modello del modo in cui la terna è posta sui rispettivi sostegni.
- Le relazioni intercorrenti tra le diverse tabelle sono espresse dal seguente diagramma:

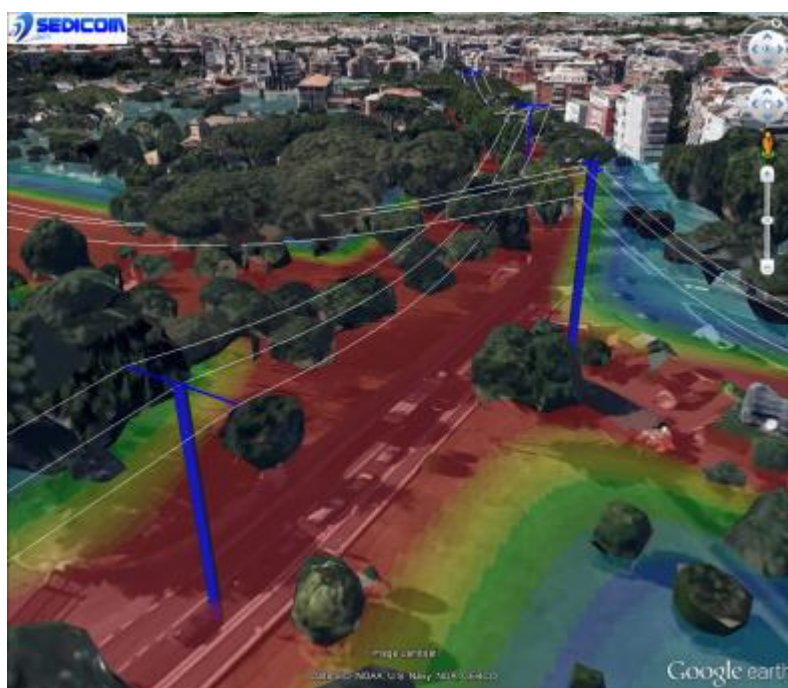


Inoltre, l'Agenzia ha in programma l'acquisizione di un upgrade di detto software di calcolo alla versione **WinEDT/ELF**. Anche per tale software dovrà essere garantita la compatibilità dell'import/export con il componente di back office di CERCAL.

La Suite WinEDT di SE.DI.COM. è basata su un ambiente interattivo destinato alla gestione del territorio, all'analisi e verifica dei campi radioelettrici generati da trasmettitori e linee elettriche. L'ambiente di modellazione solida su cui la Suite è basata permette di effettuare la valutazione del presunto impatto ambientale indicando il livello di intensità di campo prodotto, in maniera flessibile e veloce, gestendo informazioni intrinsecamente tridimensionali, reali, avvalendosi di livelli predefiniti attivabili (rappresentazione del modello altimetrico, confini amministrativi, toponomastica, etc). La Suite WinEDT consente di arricchire il contenuto informativo gestendo dati matriciali georeferenziati (ortofoto, mappe tematiche), dati vettoriali (shapefile, kml, poligoni, punti notevoli).

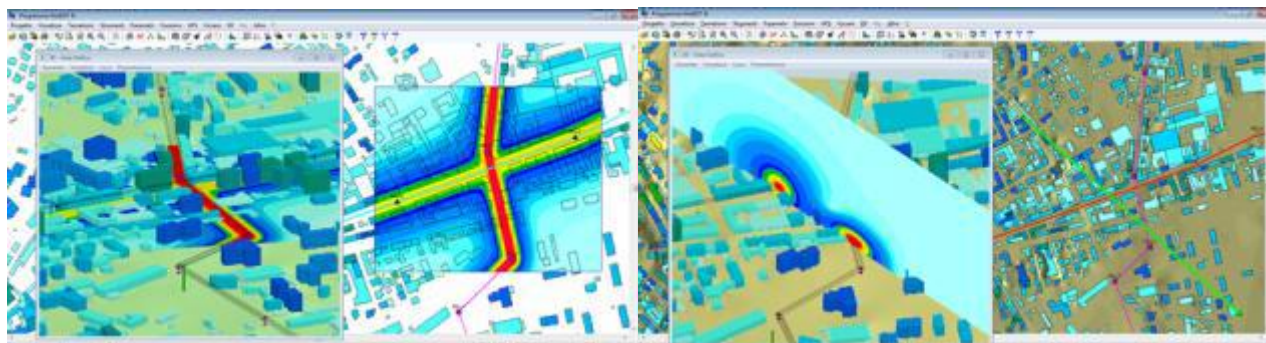


ELF (Extremely Low Frequency) è il modulo software realizzato da SE.DI.COM. per il calcolo del campo induzione magnetica generato da una o più linee ad alta tensione.



Attraverso il motore gis, , simula le caratteristiche degli elettrodotti (aerei ed interrati) basandosi direttamente su un ambiente integrato del territorio, su modelli 3D rurali, urbani e misti con risoluzione definita dall'operatore.

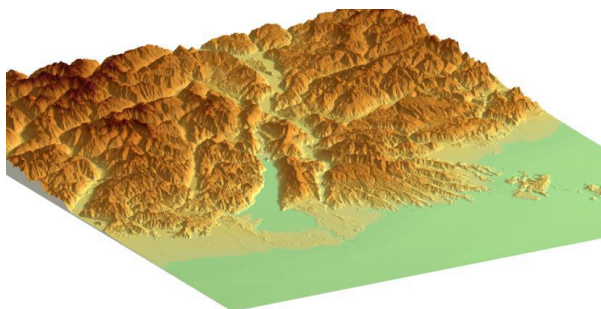
ELF è in grado di rappresentare il calcolo direttamente sopra il modello orografico oppure lungo piani orizzontali e verticali o su zone spaziali tridimensionali. E' possibile generare in modalità semiautomatica la documentazione necessaria alla preparazione della relazione tecnica in formato Excel oltre ad esportare direttamente le isolinee 3D in formato shapefile.



ELF permette una gestione efficiente delle reti avvalendosi della memorizzazione delle informazioni relative alla linea (sostegni, conduttori, campate, gestori) appoggia ad un Data Base MS Access od Oracle.

Sono presenti diverse funzionalità per rispondere alle richieste dell'attuale normativa come il calcolo della DPA e delle Fasce di rispetto in corrispondenza di incroci, parallelismi e deviazioni.

Il tool WinEDT verrà fornito con il DTM 90m dell'Italia tratto da SRTM3. Si tratta di un modello del territorio tridimensionale matriciale prodotto a partire dai dati SRTM a 3 secondi (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>). Il set di dati originario è stato campionato a 3 secondi d'arco, che corrispondono ad 1/1200 di grado di latitudine e longitudine, ovvero a circa 90 metri.



Inoltre verranno forniti i confini amministrativi ISTAT 2011 in formato shapefile (Regioni, Province, Comuni e Località) in modo tale da essere immediatamente operativi.