

THEO-GIS-V.01: STRUMENTO GIS DI SUPPORTO PER LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA E VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ TERRITORIALE PER AZIENDE RIR IN REGIONE LOMBARDIA

Dott. Sesana Giulio: ARPA Lombardia. Direttore Settore attività industriali, controlli e coordinamento laboratori

Dott. Restani Walter: Responsabile U.O. Rischi Industriali

Ing. Valota Matteo: Collaboratore Tecnico Professionale – U.O. Rischi Industriali

ARPA: Agenzia Regionale per la Protezione dell' Ambiente della Lombardia Settore attività industriali, controlli e coordinamento laboratori, U.O. Rischi industriali. Viale Restelli 3/a, 24100, Milano. Rif: m.valota@arpalombardia.it, 02/6966.6390.

SOMMARIO

Lo strumento THEO-GIS-V.01 è stato predisposto internamente e ha lo scopo di supportare l' attività dell' agenzia nella valutazione della compatibilità tra aziende a rischio di incidente rilevante e territorio circostante. Tale programma viene utilizzato prevalentemente in fase di istruttoria, al fine di stimare la classificazione del territorio intorno all' azienda, viene inoltre utilizzato per la predisposizione di Elaborati Tecnici (ERIR) e per la preparazione di Piani di Emergenza Esterni. La flessibilità e le diverse funzionalità del programma consentono di ottenere dati geografici di classificazione del territorio intorno all' azienda molto dettagliati e in formato Shapefile, che consente l' integrazione con i principali motori GIS. Le tipologie di output sono molteplici, ad esempio, il sistema consente di archiviare in un apposito file in formato “.shp” tutte le informazioni riguardo ai top events aziendali e, sulla base di calcoli geografici svolti dal programma stesso, produrre altri files, anch' essi in formato “.shp”, che delineano le zone delle curve di isoletalità. Inoltre il programma, attraverso elaborazioni contenute in uno specifico modulo, consente la selezione della normativa di riferimento rispetto a cui calcolare la compatibilità territoriale sulla base della tipologia aziendale (GPL, Deposito o altro), lasciando, tuttavia, all' utente la possibilità di utilizzare una normativa differente (è possibile ad es. usare la DGR Regionale anche per aziende di GPL o Depositi). Inoltre, nel modulo di elaborazione geografica, il sistema valuta il territorio nelle vicinanze dell' azienda, producendo, anche in questo caso, come risultato un file “.shp” in cui viene riportata la classificazione del territorio sulla base degli input forniti. Tale classificazione riporta, oltre alle categorie riferite dalla normativa (Cat. A, B, C, D, E, F), anche i valori in m² della superficie classificata. Un' ulteriore peculiarità del programma è la possibilità di calcolo del numero di persone interessate dai top events aziendali; il sistema infatti utilizza una banca dati interna ad ARPA, in cui vi sono informazioni georeferenziate sulla distribuzione della popolazione in Regione Lombardia. Attraverso questa banca dati, il programma, in una sua funzionalità, calcola vettorialmente qual è l' incidenza dei top events aziendali sulla popolazione nei dintorni, riportando e calcolando il numero di persone interessate da effetti di Elevata Letalità, Inizio Letalità, Lesioni Irreversibili e Lesioni Reversibili.

1.0 DESCRIZIONE GENERALE

Il programma è stato sviluppato nel linguaggio di programmazione Visual Basic for Application 6.0 e, in particolare, utilizza librerie predisposte da ESRI (ArcObject) per i moduli destinati al calcolo vettoriale e geografico; il sistema GIS, utilizzato per la predisposizione dei dati su supporto vettoriale, è Arcview 8.3. Il programma è strutturato in 2 sezioni distinte: la prima interamente integrata in Arcview, la seconda invece è caratterizzata da una struttura totalmente indipendente e stand-alone. La prima sezione consiste in un pulsante, predisposto utilizzando Visual Basic attraverso le librerie di ArcObject, posizionato e integrato con la barra degli strumenti di Arcview; tale soluzione consente di inserire direttamente il top event in formato Shapefile, lasciando al GIS la georeferenziazione del punto di innesco dello scenario incidentale e la conseguente vettorializzazione dell' area interessata dagli effetti. Tale metodologia di inserimento consente, inoltre, di caricare supporti raster (ad esempio la CTR, ortofoto e/o planimetria in CAD dello stabilimento) al fine di collocare in maniera più precisa e localizzata all' interno dello stabilimento l' origine del top event; è possibile quindi, grazie a tale funzione, inserire gli scenari incidentali direttamente su supporto vettoriale sfruttando la capacità di sovrapposizione delle cartografia propria del GIS. La seconda sezione risulta,

invece, stand alone e quindi, pur utilizzando moduli a carattere geografico, indipendente dalla presenza di Arcview 8.3; in tale funzione il programma svolge tutti i calcoli analitici e geografici utilizzando 3 distinte funzionalità: Inviluppo curve, Analisi Territoriale, Analisi Popolazione coinvolta. Durante la fase di esecuzione, il programma crea un apposito file “.txt” in cui vengono riportate tutte le informazioni di input e output che hanno caratterizzato il calcolo al fine di consentire all’ utente una migliore leggibilità. In Tabella 1 vengono riassunte le funzionalità del programma.

Tabella 1. Funzionalità del programma.

Funzione	Ubicazione	Output	Funzionalità
Inserimento top event	Pulsante su barra strumenti Arcview	File “Top_Event.shp”	Inserimento top event
Curve di Isoletalità	Programma stand alone	File “Inviluppo.shp”	Creazione curve di isoletalità
Compatibilità territoriale	Programma stand alone	File “Inviluppo.shp” in funzione della normative selezionata	Crea file di compatibilità territoriale
Valutazione impatto popolazione	Programma stand alone	File “Intersezione.shp” e grafici di popolazione coinvolta, file in Excel.	Valuta la popolazione interessata dai top sia creando uno Shapefile che riportando le informazioni su grafici di output.

Il programma, infine, richiede il percorso dove salvare gli output.

2.0 BANCHE DATI UTILIZZATE

2.1 Banca Dati Aziende a Rischio di Incidente Rilevante della Lombardia.

La prima tipologia di banca dati utilizzata dal programma fa riferimento alle Aziende a Rischio di Incidente Rilevante presenti in Regione Lombardia. In tale banca dati sono inserite tutte le aziende in attività assoggettate al D.Lgs 334/99 e D.Lgs 238/05, con riportate informazioni su: Ragione Sociale, classificazione, tipologia di stabilimento, coordinate e altre informazioni di carattere amministrativo; tale banca dati è in formato “.shp” e quindi ogni azienda è georeferenziata; risulta aggiornata al Giugno 2006.

2.2 Banca dati DEM ()

La banca dati utilizzata per definire la densità abitativa e per collocare la popolazione sul territorio prende il nome di DEM. Tale banca dati è anch’ essa strutturata in formato “.shp”, ed è costituita da una serie di poligoni georeferenziati dove a ciascuna figura corrisponde un determinato numero di individui teorici presenti. Tale Banca Dati fa riferimento esclusivamente ad una situazione abitativa della Regione Lombardia ed è predisposta dalla U.O. Sistemi Informativi per i diversi settori tematici di ARPA. Tutte le informazioni contenute in questo database sono state ricavate da una elaborazione digitale di foto aeree (ortofoto) incrociate con dati ISTAT per la georeferenziazione della popolazione. In particolare, al fine di potere stimare il numero degli abitanti effettivi, sono state utilizzate le informazioni acquisite tramite fotointerpretazione delle immagini dalle ortofoto digitali del volo It2000 contenute nel dataset DUSAF (Destinazione d’ Uso dei Suoli Agricolo Forestali). L’ approccio teorico di questo procedimento cerca di superare il concetto di densità abitativa media di un comune, intesa come numero di abitanti totali presenti sull’ area complessiva comunale, ipotizzando invece una dislocazione non omogenea della popolazione sull’ intero territorio. La popolazione, infatti, in realtà non risulta mai distribuita uniformemente su tutto il comune, ma interessa zone prevalentemente residenziali e in tali zone non risulta neppure uguale su tutte le superfici in quanto risulta essere direttamente proporzionale alla concentrazione dell’edificato. Lo strato informativo del DUSAF, tramite via fotointerpretativa, classifica l’ uso del suolo in funzione della concentrazione dell’ edificato; per sfruttare meglio le informazioni riportate in questa banca dati, si è deciso di attribuire ad ogni superficie un peso P_i dimensionale, proporzionale alla densità residenziale della stessa. Per ogni comune si è proceduto al calcolo della superficie totale appartenente a ciascuna delle m (con = 1; 2; 3; 4; 5) categorie DUSAF presenti nell’ urbanizzato, e la moltiplica per il peso corrispondente della classe di

appartenenza. Indicando con s_{ij} la superficie del j -esimo poligono appartenente alla i -esima categoria DUSAF, con n il numero di poligoni della i -esima categoria DUSAF, con p_i il peso della i -esima categoria, con m il numero di categorie DUSAF presenti nel comune, si ha che:

$$S_p = \sum_{i=1}^m \left(p_i \cdot \sum_{j=1}^n s_{ij} \right) \quad (1)$$

Dove S_p rappresenta la superficie pesata. Ad ogni j -esimo poligono, appartenente alla i -esima classe DUSAF avente superficie s_{ij} , si assegna un numero di abitanti Ab_{ij} dato dalla formula:

$$Ab_{ij} = \left(\frac{p_i \cdot Ab_{tot} \cdot s_{ij}}{S_p} \right) \quad (2)$$

Dove con Ab_{tot} si indicano gli abitanti totali del comune (Dato ISTAT). Il risultato è riportato in figura 1.

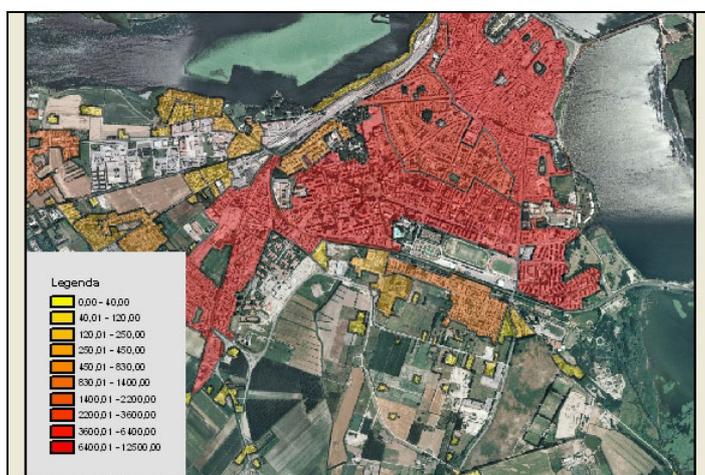


Figura 1. Esempio di banca dati DEM.

La necessità di utilizzare questa tipologia di banca dati, che colloca la popolazione non omogeneamente sul territorio comunale, risulta fondamentale, ai fini del calcolo, in quanto il raggio di azione dei top event è, nei casi peggiori, dell'ordine di grandezza di 10^2 metri, quindi una distribuzione omogenea non consentirebbe una reale valutazione delle persone coinvolte dagli effetti di letalità.

2.3 Banca dati Top Event

Il cuore del sistema è questa banca dati, interamente gestita dal programma, in cui vengono inseriti tutti i top events aziendali. Gli scenari incidentali associati ad un'azienda sono qui inseriti, riportando tutte le informazioni che li caratterizzano: la tipologia di effetto, la probabilità di accadimento, la sostanza interessata, la tipologia di letalità, la distanza in metri degli effetti ed altre informazioni. Anche questa banca dati è in formato ".shp" risultando quindi georeferenziata. Ogni record è costituito da una singola categoria di effetto di un solo top event, quindi per ogni scenario incidentale risultano esservi associate più righe ciascuna per la rispettiva categoria di effetto. In Tabella 2 vengono riportati i campi del database "Top_Event.shp".

Tabella 2. I Campi costituenti la banca dati dei Top Events.

Nome Campi	Tipologia	Descrizione
SPRI	Testo	Identificativo dell'azienda
Tipologia	Testo	Riportata la tipologia del top. Esplicitando se si tratta di un incendio, di una dispersione di gas tossico, di flash fire, di UVCE o VCE.
Effetto	Testo	Viene riportato, per ogni linea, quale è l'

Nome Campi	Tipologia	Descrizione
		effetto indotto dal top (se si tratta ad esempio di incendio, in questo campo vengono riportate le caratteristiche degli effetti: 12 KW/m ² oppure 7 KW/m ² ecc..).
Cat_Eff	Testo	In questo campo vengono riportate le categorie di pericolo associate agli effetti (Elevata Letalità, Inizio Letalità, Lesioni Irreversibili, Lesioni Reversibili).
Impatto	Numerico	Distanza in metri dell' impatto del top
N_top	Numerico	Numero progressivo aziendale del top
Data_Inse	Data	Data di inserimento del top
Freq	Numerico	Frequenza del top espressa come occasioni/anno
Descrizion	Testo	Viene riportata la sostanza coinvolta e una descrizione del top.

2.4 Banca dati di compatibilità territoriale

Questa banca dati è interamente gestita dal programma ed è frutto di elaborazioni geografiche e numeriche. Qui vengono stoccate tutte le informazioni elaborate dal sistema sulla georeferenziazione delle categorie di compatibilità territoriale valutate sulla base degli input inseriti dall' utente (Normativa di Riferimento, Classe del Gestore, ecc...). In Tabella 3 vengono riportati i campi della banca dati Compatibilità Territoriale.

Tabella 3. I Campi costituenti la banca dati della compatibilità territoriale.

Nome Campi	Tipologia	Descrizione
SPRI	Testo	Identificativo dell' azienda.
Cat_Eff	Testo	In questo campo vengono riportate le categorie di pericolo associate alle categorie territoriali compatibili (Elevata Letalità, Inizio Letalità, Lesioni Irreversibili, Lesioni Reversibili).
Descriz	Testo	In questo campo viene riportata una descrizione dell' analisi in corso.
Nome_Prog	Testo	Viene qui riportato il nome del progetto e il relative percorso di allocazione sul PC.
Data_Anali	Data	Viene riportata la data in cui avviene l' analisi per una migliore rintracciabilità.
Clas_GE	Testo	Viene riportata la classe del Gestore assunta e/o calcolata per l' analisi
Lagisl_Rif	Testo	Viene riportata la legislazione a cui si è fatto riferimento (GPL, Depositi, DGR Regione Lombardia o 9/5/2001)
Cat_Com	Testo	Viene riportata la categoria di territorio compatibile.
Cat_ALTA	Testo	Viene riportata la categoria territoriale maggiore di tutta l' analisi
Note	Testo	Vengono aggiunte dall' utente per qualificare e descrivere meglio l' analisi

3.0 INSERIMENTO TOP EVENT

La prima funzionalità del programma consente l' inserimento, attraverso specifico form, dei top events aziendali, assegnandogli fin da subito un carattere geografico. Tale operazione avviene attraverso l' utilizzo di uno specifico pulsante collocato sulla barra degli strumenti di Arcview, rendendo quindi efficace ed

immediato il posizionamento territoriale degli scenari incidentali, inserendoli, tra l' altro, direttamente sulla planimetria dello stabilimento. In figura 2 viene riportata la schermata per l' inserimento dei top, è possibile notare come la sezione "Coordinate del punto" risulta essere valutata esclusivamente dallo strumento GIS.

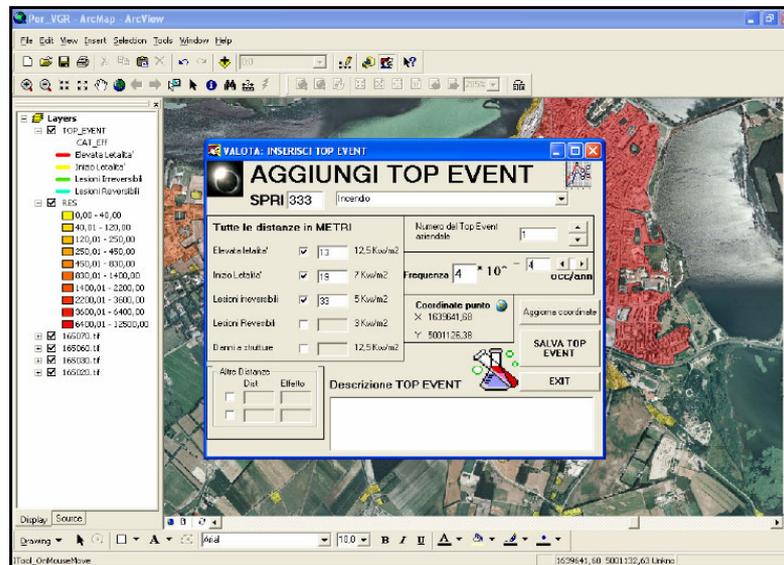


Figura 2. Form di inserimento dei top events; l' integrazione con Arcmap consente l' inserimento direttamente su mappa.

Tale funzionalità del programma è stata strutturata per archiviare e recepire in maniera flessibile tutte le differenti tipologie di top events presenti nei rapporti di sicurezza, i quali possono avere formati e informazioni presentate in maniera sensibilmente distinta. I dati di input richiesti dal programma sono molteplici, il primo parametro richiesto è lo SPRI (Struttura di Progetto Rischio Industriale), tale dato risulta caratteristico e univoco per ogni azienda in Regione Lombardia, tale parametro viene utilizzato per associare nel database ad ogni top event la specifica azienda RIR. Il secondo parametro da introdurre nel form caratterizza la tipologia dell' incidente, infatti, a seconda che si tratti di incendio, di una dispersione di gas tossico, di un flash fire o di una sovra pressione (UVCE o VCE) cambiano i valori associati alle linee di danno tracciate sulla mappa. Gli altri dati di input necessari sono: la probabilità del top, il numero progressivo del top nella realtà aziendale, la sostanza caratteristica e infine la descrizione dell' evento al fine di caratterizzarlo nel dettaglio. Infine, le ultime informazioni da inserire nella maschera di input, sono, ovviamente, le distanze di danno riferite alle soglie di Elevata Letalità, Inizio Letalità, Lesioni Irreversibili e Lesioni Reversibili, che sono caratterizzate da differenti parametri (ad es. 12 Km/m², IDLH, bar, ecc...) in base alla tipologia di incidente; il programma è dotato della necessaria flessibilità al fine di poter inserire qualunque evento incidentale e consente l' inserimento anche nel caso in cui alcuni dati non fossero riportati nel Rapporto di Sicurezza. Tale flessibilità consente, inoltre, qualora nel Rapporto di Sicurezza vi fossero valori di distanza associati a valori di soglia differenti da quelli previsti dalla normativa (ad es. 35 Kw/m² o 300 ppm, ecc.), l' inserimento utilizzando la funzione "Altre Distanze", permettendo quindi la mappatura su cartografia anche di questi parametri.

Questa sezione del programma è interamente dedicata all' inserimento e all' archiviazione degli scenari incidentali, qui come in tutto il programma non vi sono moduli dedicati alla simulazione dei top events. Tutte le informazioni sugli scenari incidentali sono desunte dai Rapporti di Sicurezza, già oggetto di istruttoria dallo specifico organo competente.

4.0 CURVE DI ISO-LETALITÀ

Una seconda funzionalità del programma consente l' elaborazione georeferenziata dei top events aziendali, al fine di creare e archiviare in apposito formato Shapefile curve di iso-letalità. Per curve di iso-letalità si intendono tutte quelle linee associate ai top events le cui conseguenze non sempre sono fisicamente omogenee, ma che hanno come effetto lo stesso grado di letalità così come classificata dalla normativa (Elevata Letalità, Inizio Letalità, Lesioni Irreversibili, Lesioni Reversibili). Ad esempio, le linee associate al valore di 12,5 Kw/m² nel caso di incendio sono correlate e involuppate a linee associate al valore di LC50 di

una dispersione di sostanza tossica purché appartenenti alla medesima realtà aziendale. In tabella 4 è possibile vedere la suddivisione delle categorie degli effetti utilizzata dal programma che è la stessa della normativa.

Tabella 4. suddivisione in categorie di effetti delle conseguenze degli scenari incidentali così come la normativa li classifica.

Scenario incidentale	Categoria effetti			
	Elevata letalità	Inizio Letalità	Lesioni Irreversibili	Lesioni Reversibili
Incendio (radiazione termica stazionaria)	12.5 KW/m ²	7 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²
BLEVE/Fireball (radiazione termica variabile)	Raggio Fireball	359 KJ/m ²	200 KJ/m ²	125 KJ/m ²
Flash-fire (radiazione termica istantanea)	LFL	½ LFL		
VCA (Sovrapressione di picco)	0,3 bar (0,6 spazi aperti)	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar
Rilascio tossico (dose assorbita)	LC50 (30 min, hmn)		IDLH	

L' involuppo delle curve a parità di categoria di letalità viene eseguito da specifici moduli geografici presenti in questa funzionalità. In figura 3 è schematizzata la modalità di calcolo svolto da questa sezione del programma.

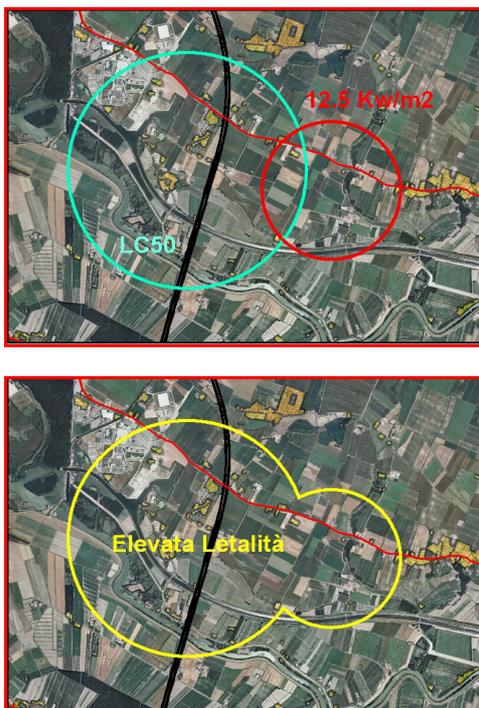


Figura 3. esempio di calcolo geografico per la creazione di curve di iso-letalità.

Questa sezione del programma ha una duplice funzione: innanzitutto, qualora l' utente desiderasse successivamente valutare anche la compatibilità territoriale e la popolazione coinvolta, consente di creare le basi per queste successive analisi, inoltre, l' output di questa funzionalità è un file “.shp” dove vengono resi omogenei tutti i diversi top events dell' azienda uniformandoli quindi sulla base delle categorie di effetti così come riportate in Tabella 4. Questa è una sezione del programma stand-alone, in quanto non necessita, in fase di elaborazione, della presenza di Arcview per svolgere i calcoli geografici; risulta invece necessaria la presenza del motore GIS solo per la visualizzazione del file. All' interno di questa sezione, il sistema

richiede all'utente di specificare il percorso dove, a calcolo avvenuto, vengono posizionati i files di output e i codici SPRI delle aziende di cui si vuole operare l'analisi di iso-letalità. Sempre in questa sezione del programma è necessario specificare di quante e quali aziende si desidera operare l'involuppo e omogeneizzazione dei top events.

5.0 ANALISI TERRITORIALE

La terza funzionalità del programma THEO-GIS-V.01 è anch'essa stand-alone e consente il calcolo della compatibilità territoriale nella zona circostante alle aziende oggetto dell'analisi. Il risultato di tale modulo di calcolo è un file in formato Shapefile, che caratterizza il terreno intorno alle aziende suddividendolo per le diverse categorie di compatibilità (Cat. A, B, C, D, E, F); in sostanza, il file di output traccia sul terreno le categorie di territorio compatibili con la realtà aziendale, dopo aver elaborato le informazioni contenute nella banca dati dei top event e dopo che l'utente ha selezionato la normativa di riferimento per il calcolo. Ogni volta che si avvia il programma e ogni volta che esegue una run il sistema richiede di selezionare la normativa di riferimento per il calcolo della categorizzazione. In Tabella 5 sono riportate le normative per la valutazione di compatibilità territoriale supportate dal programma.

Tabella 5. normativa per la compatibilità territoriale supportata dal programma

Normativa	Caratteristiche
DM 9/5/2001	Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante
DM 15/05/1996	in caso di stabilimenti con GPL
DM 20/10/1998	depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici
DGR 10/12/2004 n°7/19794 (Regione Lombardia)	Linee guida per la predisposizione dell'ERIR per comuni con stabilimenti a rischio di incidente rilevante

In questa sezione del programma è necessario selezionare la normativa di riferimento, tale selezione avviene attraverso una specifica schermata dove l'utente può scegliere quale tipologia di legislazione desidera utilizzare per il calcolo della compatibilità territoriale. In figura 4 è possibile vedere tale schermata di selezione.

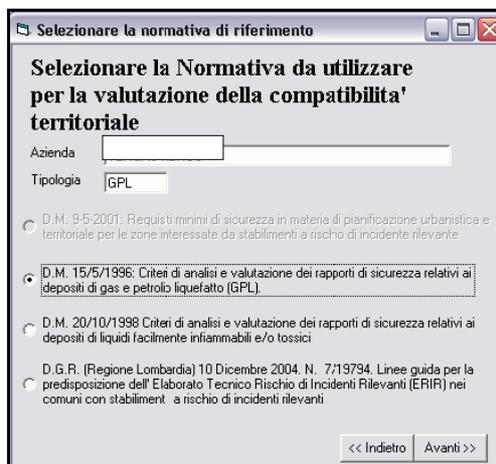


Figura 4. schermata per la selezione della normativa da applicarsi per la categorizzazione del territorio nell'intorno dell'azienda.

Il risultato di questa sezione del programma è un file geografico, nel quale vengono riportate le linee e le aree che caratterizzano il territorio circostante, delineando le zone di compatibilità con le aziende; inoltre viene generato un file di testo in formato ".txt" in cui vengono racchiuse tutte le informazioni sul calcolo eseguito, evidenziando quali top sono stati utilizzati, quale la normativa adottata e, in particolare, viene inserita la descrizione dei territori compatibili così come descritto dalla normativa utilizzata (infatti fra le varie normative non esiste una unica definizione, ad esempio, di categoria A). Nella figura 5 viene riportato il file ".shp" con la caratterizzazione geografica di compatibilità del territorio.

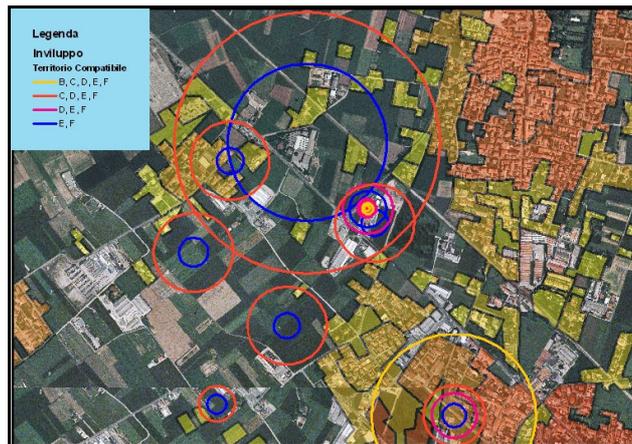


Figura 5. rappresentazione delle zone di compatibilità territoriale nell' intorno di più aziende.

6.0 ANALISI POPOLAZIONE COINVOLTA

Infine, il programma THEO-GIS-V.01 prevede la possibilità di calcolare il numero di persone “coinvolte” con i top events aziendali. Per coinvolte si intendono tutte le persone soggette alle categorie di effetti di tutti i top event così come classificati dalla tabella 4; praticamente, il sistema utilizza ed elabora tutti i top event associati a una o più aziende oggetto dell' analisi, ne opera l' inviluppo uniformando tutte quelle zone a pari livello di letalità e opera una sovrapposizione fra questo risultato e le zone dove risiede la popolazione. Il risultato di tale operazione è il valore delle persone “coinvolte” cioè tutti quegli individui che, a causa della presenza dell' azienda, sono potenzialmente esposti a categorie di letalità. Inoltre, tale metodologia di calcolo non interviene solo per la valutazione dell' impatto di un singolo top, ma consente anche l' estensione della valutazione a tutti i top dell' azienda, così da fornire una sorta di indice dell' impatto aziendale sul territorio. Una particolarità di tale metodologia di calcolo è di considerare gli impatti degli scenari incidentali come circolari; si è scelto di utilizzare tale approccio per fornire una sorta di vulnerabilità intrinseca del territorio all' azienda, fornendo una serie di valori validi a prescindere dalle direzioni prevalenti del vento.

Il calcolo della popolazione coinvolta utilizza il principio di sovrapposizione delle aree, il sistema, infatti, elabora geograficamente i top aziendali inviluppando tutte le zone a pari livello di categoria di letalità (Elevata Letalità, ecc...) arrivando ad ottenere così 4 poligoni, ciascuno per ogni categoria. Questo risultato, attraverso lo strumento GIS, viene sovrapposto e intersecato con la banca dati DEM (per la collocazione della popolazione), producendo così una terza figura poligonale di dimensioni ridotte frutto appunto della intersezione fra queste aree. Il sistema, successivamente, calcola il valore di questa area e lo rapporta con il valore dell' area dell' intero poligono DEM prima dell' intersezione; il rapporto fra queste 2 aree moltiplicato per il numero di persone presenti nel poligono DEM originario fornisce il valore della popolazione realmente coinvolta dalla categoria dell' effetto. Nella figura 6 viene riportata la modalità di intersezione delle aree.

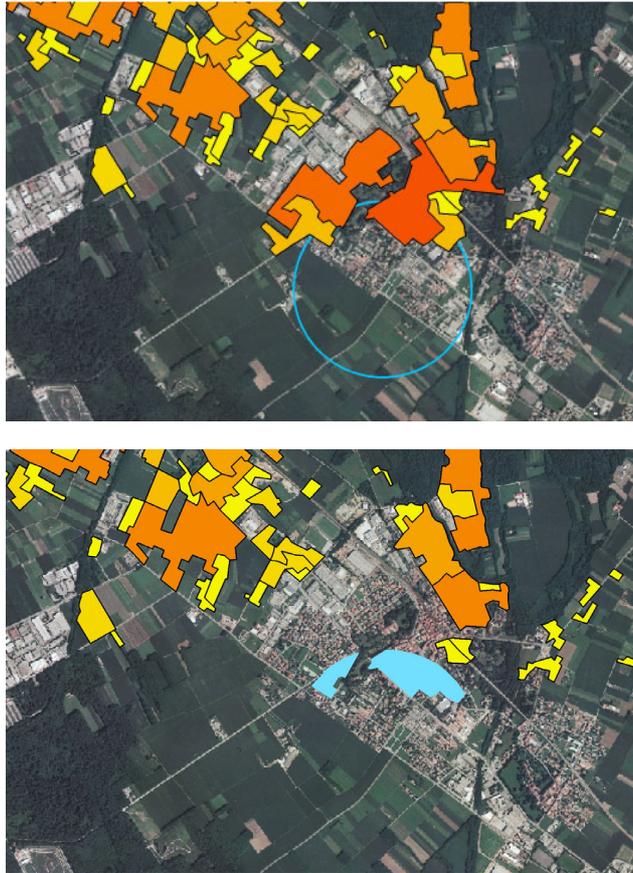


Figura 6. modalità di intersezione fra le aree delle categorie di letalità dei tops e i poligoni DEM per il calcolo della popolazione coinvolta.

Il calcolo della popolazione coinvolta risulta essere, quindi, una somma pesata di tutti i poligoni DEM intersecati dall' involuppo delle caratteristiche di letalità dei vari top. Nella formula (3) viene riportata la modalità di calcolo del numero di persone coinvolte.

$$N_{coinv} = \sum_{DEM} \frac{A_i}{A_{i_DEM_tot}} \cdot P_{tot_i} \quad (3)$$

Dove A_i è l' area del generico poligono frutto della intersezione fra top e DEM, $A_{i_DEM_tot}$ è l' area totale dell' intero poligono DEM, P_{tot_i} è il numero di persone totali presenti nel poligono DEM prima dell' intersezione, N_{coinv} è la somma totale di tutte le intersezioni fra DEM e top delle persone interessate da effetti di isoletalità. Nella figura 7 viene illustrato uno degli output con cui il sistema fornisce i risultati del calcolo geografico. Il programma prevede, inoltre, l' esportazione di tali dati in formato excel, ed è in fase di implementazione l' interrogazione del database ISTAT, utilizzato per costruire DEM, per affinare le informazioni di output, indicando anche il numero di soggetti maschili, femminili e di famiglie coinvolte.

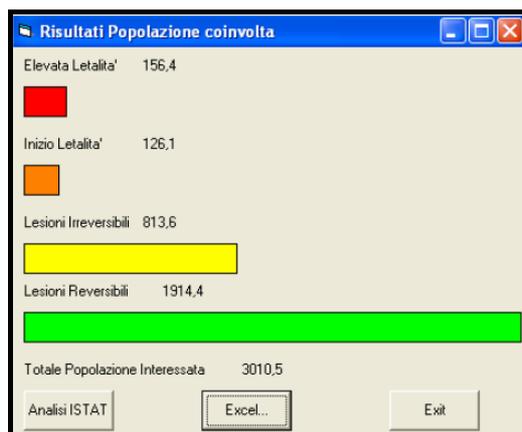


Figura 7. esempio di output nel calcolo del numero di persone coinvolte dai top events aziendali.

7.0 LIMITI E APPLICABILITÀ DEL PROGRAMMA

Questo programma viene utilizzato principalmente nella fase di pianificazione e nella fase di elaborazione di documenti inerenti la sicurezza territoriale di un sito, fornisce inoltre esclusivamente indicazioni sulla popolazione complessiva coinvolta dai top events aziendali, senza individuare una direzione del vento “critica” ai fini delle conseguenze. Inoltre, tale sistema risulta di difficile applicazione in caso di emergenza, in quanto è necessario conoscere fin da subito l’ estensione degli effetti dell’ incidente per una corretta e tempestiva valutazione.

RIFERIMENTI.

1. DM 9/5/2001. Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante.
2. DM 15/05/1996. Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto (GPL).
3. DM 20/10/1998. Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici.
4. DGR 10/12/2004 n°7/19794 (Regione Lombardia). Linee guida per la predisposizione dell’ ERIR per comuni con stabilimenti a rischio di incidente rilevante.
5. Arcobject Developer Kit. By ESRI.
6. “Exploring Arcobject” Vol. 1 e vol. 2 GIS by ESRI edited by Michael Zeiler.
7. Using Arcmap GIS by ESRI di Michael Minami.
8. “Esportazione dati da VBA in Excel e relativi link”, G. Messina. Ed. Achi.
9. “Carta della Popolazione reale stimata” versione 1.0 del 30/9/2003 da ARPA Lombardia.
10. “Metodo di stima della popolazione in un’ area definita” versione 1.2 del 3/11/2004 da ARPA Lombardia.