



Prof.ssa Gigliola Spadoni
*Dipartimento Ingegneria Chimica Mineraria e delle
Tecnologie Ambientali Università di Bologna*
**L'impatto degli eventi naturali sulle aree
industriali con sostanze pericolose:
la previsione in Emilia-Romagna.**

L'impatto degli eventi naturali sulle aree industriali con sostanze pericolose: LA PREVISIONE IN EMILIA-ROMAGNA

Gigliola Spadoni

Alma Mater Studiorum

Università di Bologna

gigliola.spadoni@unibo.it

NaTech events

Prof.ssa Gigliola Spadoni
Dipartimento Ingegneria Chimica Mineraria e delle
Tecnologie Ambientali Università di Bologna
L'impatto degli eventi naturali sulle aree
industriali con sostanze pericolose:
la previsione in Emilia-Romagna.

NATECH= Natural Hazard triggering Technological Disasters



IZMIT (Turchia) - 1999

Evento sismico catastrofico



- ✓ Più di 350 stabilimenti danneggiati
- ✓ Incendi in raffinerie
- ✓ Rilasci di sostanze pericolose (O₂ criogenico, petrolio, H₃PO₄)

NEW ORLEANS (Louisiana) - 2005

Uragano di straordinaria intensità



- ✓ Danneggiate strutture offshore Golfo
- ✓ Sversamento su terraferma di olio (1800 abitazioni interessate)



NaTech - OBIETTIVI COMUNITARI

- Sensibilizzazione di tutte le forme di governo e degli enti preposti alla protezione della popolazione
- Studi più approfonditi in materia (miglioramento dei database accidentali)
- Sviluppo di metodologie condivise per la stima del rischio NaTech



**DICMA –Protezione Civile
INDICE DI RISCHIO NATECH**

NaTech

I_{NaTech} - DEFINIZIONE

$$I_{NaTech} = I_{TS} \times I_{NA} \times I_{VT}$$

Totale di
stabilimento

Tipologie di
EVENTI
NATURALI

sismi
alluvioni
frane

IL BERSAGLIO

uomo

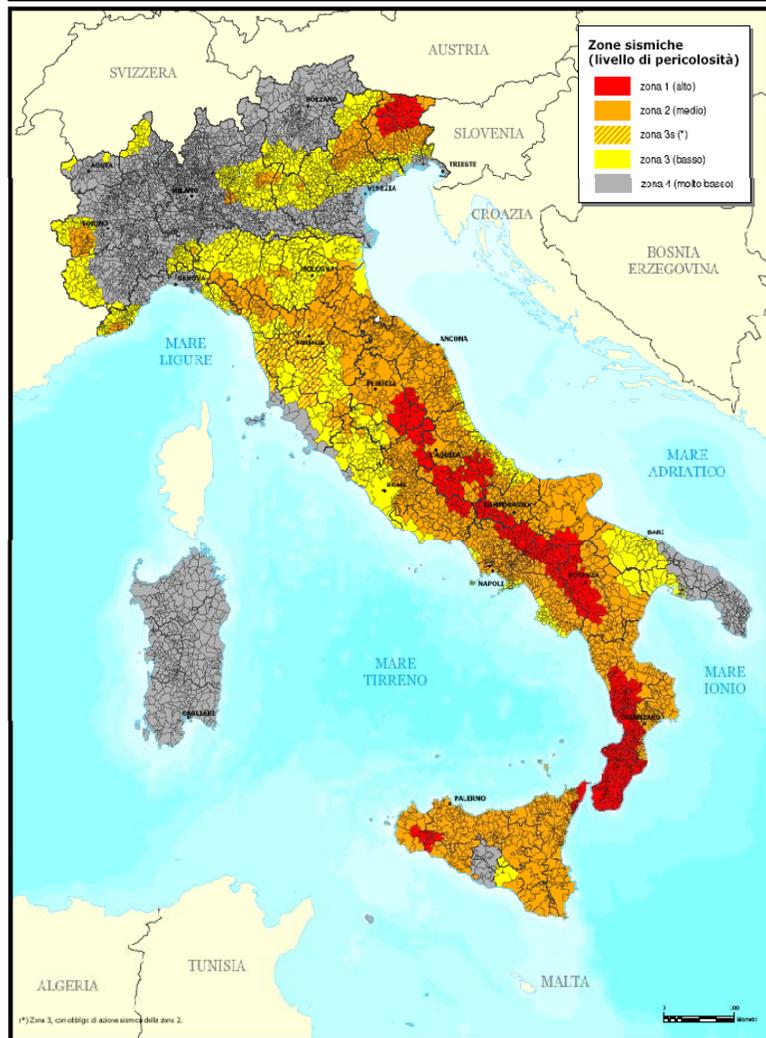
INDICE DI RISCHIO SISMICO

Prof.ssa Gigliola Spadoni
 Dipartimento Ingegneria Chimica Mineraria e delle
 Tecnologie Ambientali Università di Bologna
 L'impatto degli eventi naturali sulle aree
 industriali con sostanze pericolose:
 la previsione in Emilia-Romagna.

Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della protezione civile
 Ufficio prevenzione, valutazione e mitigazione del rischio sismico e attività ed opere post-emergenza

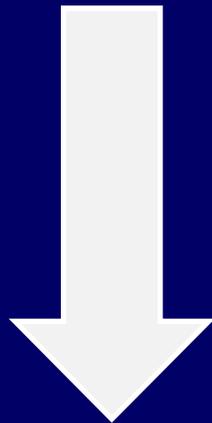
Classificazione sismica al 2006

Recupero da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.
 Atti di recepimento al 31 dicembre 2007: Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438; Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731; Calabria: DGR 10/2/04, n. 47; Campania: DGR 7/1/02, n. 5447;
 Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435; Friuli Venezia Giulia: DGR 1/8/03, n. 2325; Lazio: DGR 1/6/03, n. 766; Liguria: DGR 16/5/03, n. 330; Lombardia: DGR 7/1/03, n. 14954;
 Marche: DGR 20/7/03, n. 1318; Molise: LR 20/5/04, n. 32; Piemonte: LR 1/7/1/03, n. 25/1307; Puglia: DGR 2/1/04, n. 323; Sardegna: DGR 20/2/04, n. 152/21;
 Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408; Toscana: DGR 14/6/03, n. 604; Trentino Alto Adige: Bolzano: DGP 6/1/06, n. 4047; Trento: DCP 23/10/03, n. 2813; Umbria: DGR 16/6/03, n. 852.
 Note: DGR 1/7/2003, n. 3274; DGR 1/7/2003, n. 3274; DGR 1/7/2003, n. 3274.



OPCM 3274 del 20 marzo 2003

4 diverse zone sismiche in Italia



zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a _g /g]
1	> 0,25
2	0,15-0,25
3	0,05-0,15
4	<0,05

TIPOLOGIA ZONA SISMICA	I _{sis}
Zona 1	1
Zona 2	2
Zona 3	3
Zona 4	4

(*) Zona 3, con obbligo di azione sismica della zona 2.



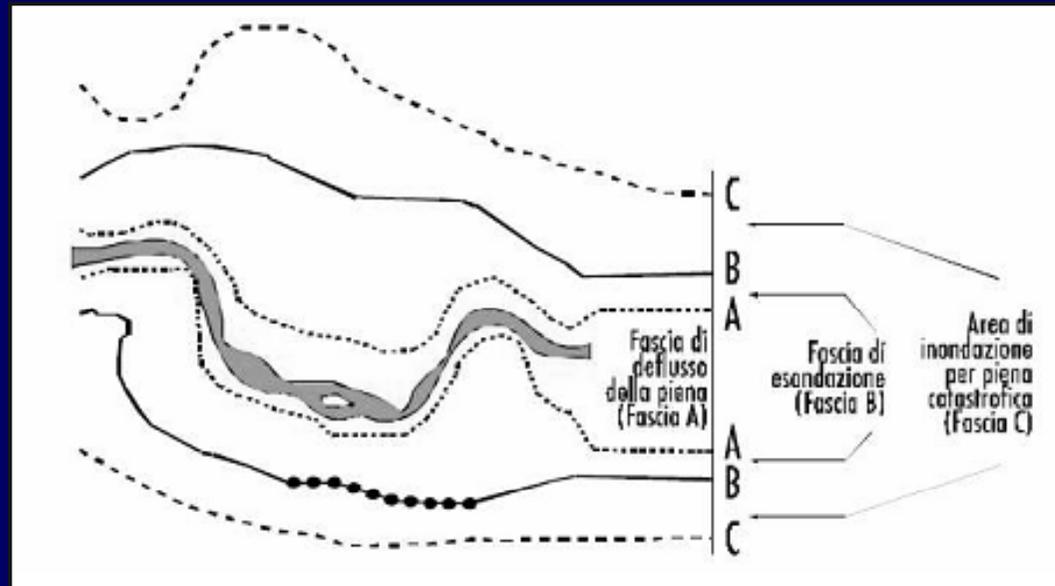
RISCHIO DI FENOMENI ALLUVIONALI

Prof.ssa Gigliola Spadoni
Dipartimento Ingegneria Chimica Mineraria e delle
Tecnologie Ambientali Università di Bologna
L'impatto degli eventi naturali sulle aree
industriali con sostanze pericolose:
la previsione in Emilia-Romagna.

DIPENDENTE DA:

1. Frequenza di
inondazione
(Tempo di ritorno)

2. Collocazione
dello stabilimento



RISCHIO DI FENOMENI ALLUVIONALI

Prof.ssa Gigliola Spadoni
 Dipartimento Ingegneria Chimica Mineraria e delle
 Tecnologie Ambientali Università di Bologna
 L'impatto degli eventi naturali sulle aree
 industriali con sostanze pericolose:
 la previsione in Emilia-Romagna.

L_{all}			
Stabilimento esterno		4	
In aree a bassa probabilità di inondazione	$Tr: 300-500$ anni	3	
In aree a moderata probabilità di inondazione	$Tr: 100-200$ anni	2	
In aree ad alta probabilità di inondazione	$Tr: 20-50$ anni	1	

RISCHIO DI FENOMENI FRANOSI

Ci si basa sul concetto di **pericolosità** (che esprime la probabilità di occorrenza) e di **intensità** (che esprime la severità del fenomeno)

Il territorio regionale prevede sei classi di pericolosità relativa:

- Pericolosità da frana massima
- Pericolosità da frana molto alta
 - Pericolosità da frana alta
 - Pericolosità da frana media
 - Pericolosità da frana bassa
- Pericolosità da frana molto bassa

E tre classi di intensità relativa:

- Alta
- Media
- Bassa

RISCHIO DI FENOMENI FRANOSI

Prof.ssa Gigliola Spadoni
 Dipartimento Ingegneria Chimica Mineraria e delle
 Tecnologie Ambientali Università di Bologna
 L'impatto degli eventi naturali sulle aree
 industriali con sostanze pericolose:
 la previsione in Emilia-Romagna.

**INDICE DI
FRANOSITÀ
FORMAZIONALE**

I_{tra}

**VELOCITÀ
CINEMATICA DELLA
FRANA**

Pericolosità	Intensità	I 1 (medio - bassa)	I 2 (medio - alta)	I 3 (alta)
	Stabilimento esterno		4	4
P 1 (molto bassa)		4	3	3
P 2 (bassa)		3	3	2
P 3 (media)		3	2	2
P 4 (alta)		2	2	1
P 5 (molto alta)		1	1	1
P 6 (massima)		1	1	1

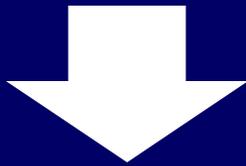


INDICE DI SOSTANZA

(indice totale di stabilimento)

D.Lgs. 334/99 e s.m.i.

Categorie di pericolosità



- tossiche;
- molto tossiche;
- infiammabili;
- facilmente infiammabili;
- liquidi facilmente infiammabili;
- estremamente infiammabili;
- sostanze pericolose per l'ambiente ;
- altre categorie.

$$I_{sost,uomo} = I_{tox} + I_{inf}$$

$$I_{inf} = \sum_{i=1}^{n^{\circ} \text{ sost inf}} \frac{q_{sost_inf,i}}{q_{limite_inf,i}}$$

$$I_{tox} = \sum_{i=1}^{n^{\circ} \text{ sost tox}} \frac{q_{sost_tox,i}}{q_{limite_tox,i}}$$

I stabilimento

Pericolosità

< 10	6
11 ÷ 50	5
51 ÷ 150	4
151 ÷ 300	3
301 ÷ 650	2
> 650	1

INDICE DI VULNERABILITÀ

Area di danno

Indice	Raggio (km)
$I_{\text{vuln_uomo}}$	1 (se nello stabilimento preso in esame sono presenti solo sostanze infiammabili)
	7 (se nello stabilimento preso in esame sono presenti sostanze tossiche o tossiche e infiammabili)

INDICE DI VULNERABILITÀ UOMO

Prof.ssa Gigliola Spadoni
Dipartimento Ingegneria Chimica Mineraria e delle
Tecnologie Ambientali Università di Bologna
L'impatto degli eventi naturali sulle aree
industriali con sostanze pericolose:
la previsione in Emilia-Romagna.

$$I_{vuln,uomo_norm} = \frac{I_{res} + I_{CV}}{2}$$

RESIDENTI

Popolazione (ab)	I_{res}
< 1000	4
1000 ÷ 10000	3
10000 ÷ 500000	2
> 500000	1

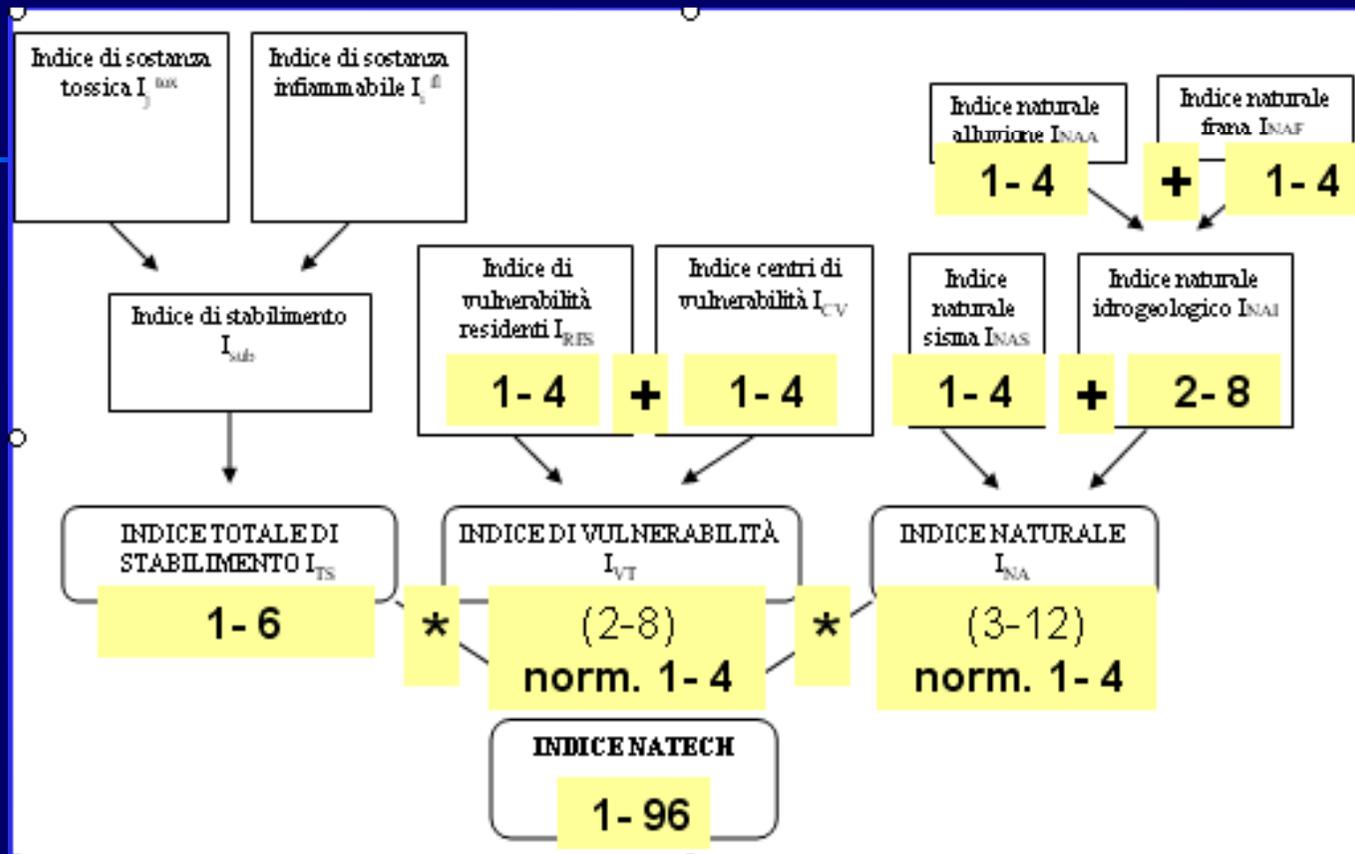
CV

CV (n°)	I_{CV}
< 1	4
2 ÷ 10	3
11 ÷ 50	2
> 50	1

CENTRO DI VULNERABILITÀ (CV) : luogo di notevole aggregazione di popolazione (ad es. chiese, ospedali, musei,...) che per questo presenta una densità di popolazione (persone/km²) maggiore rispetto a quella relativa al territorio limitrofo

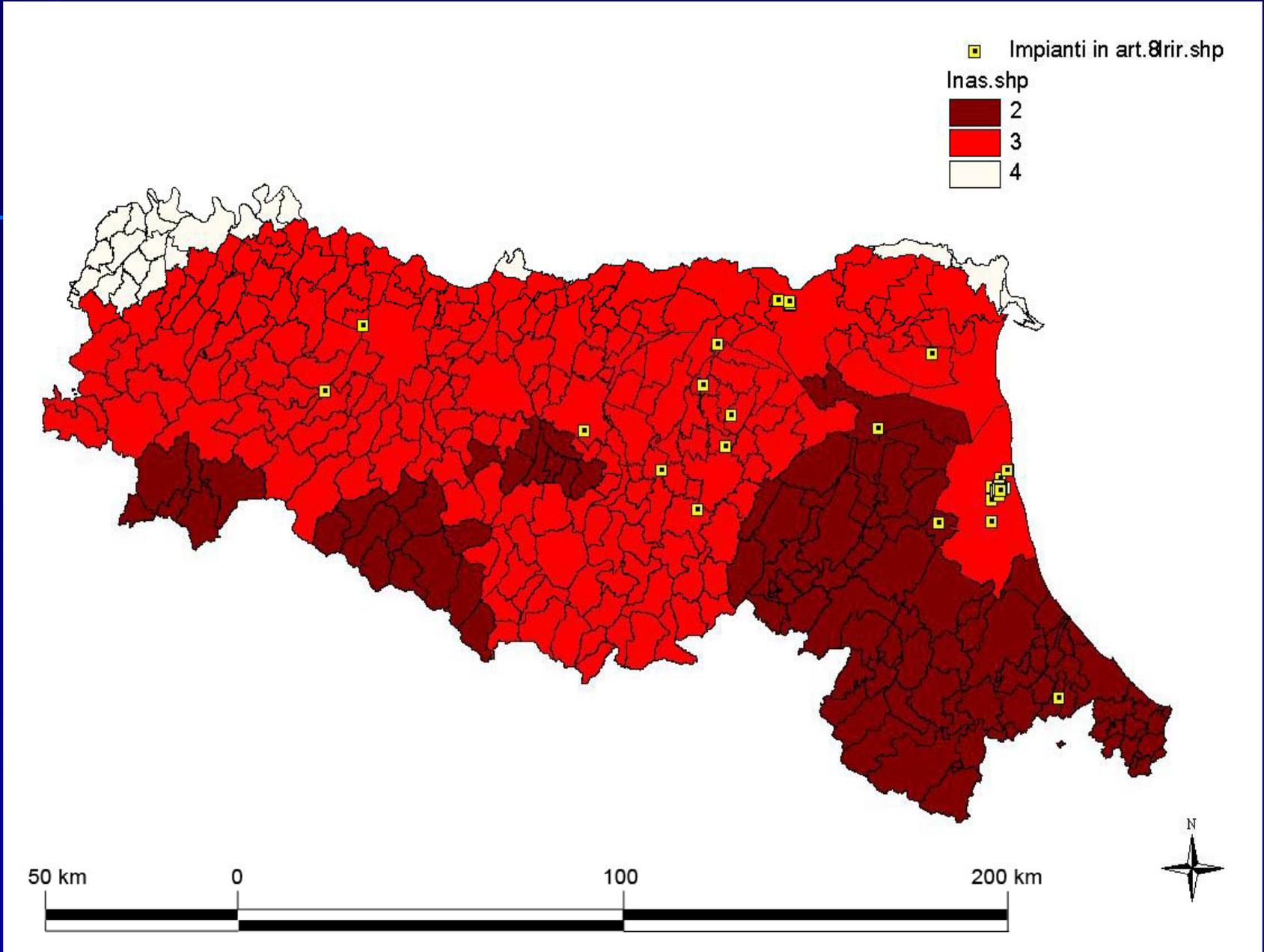
$$I_{NATECH} = I_{TS} * (I_{RES} + I_{CV}) * (I_{NAAS} + I_{NAA} + I_{NAF})$$

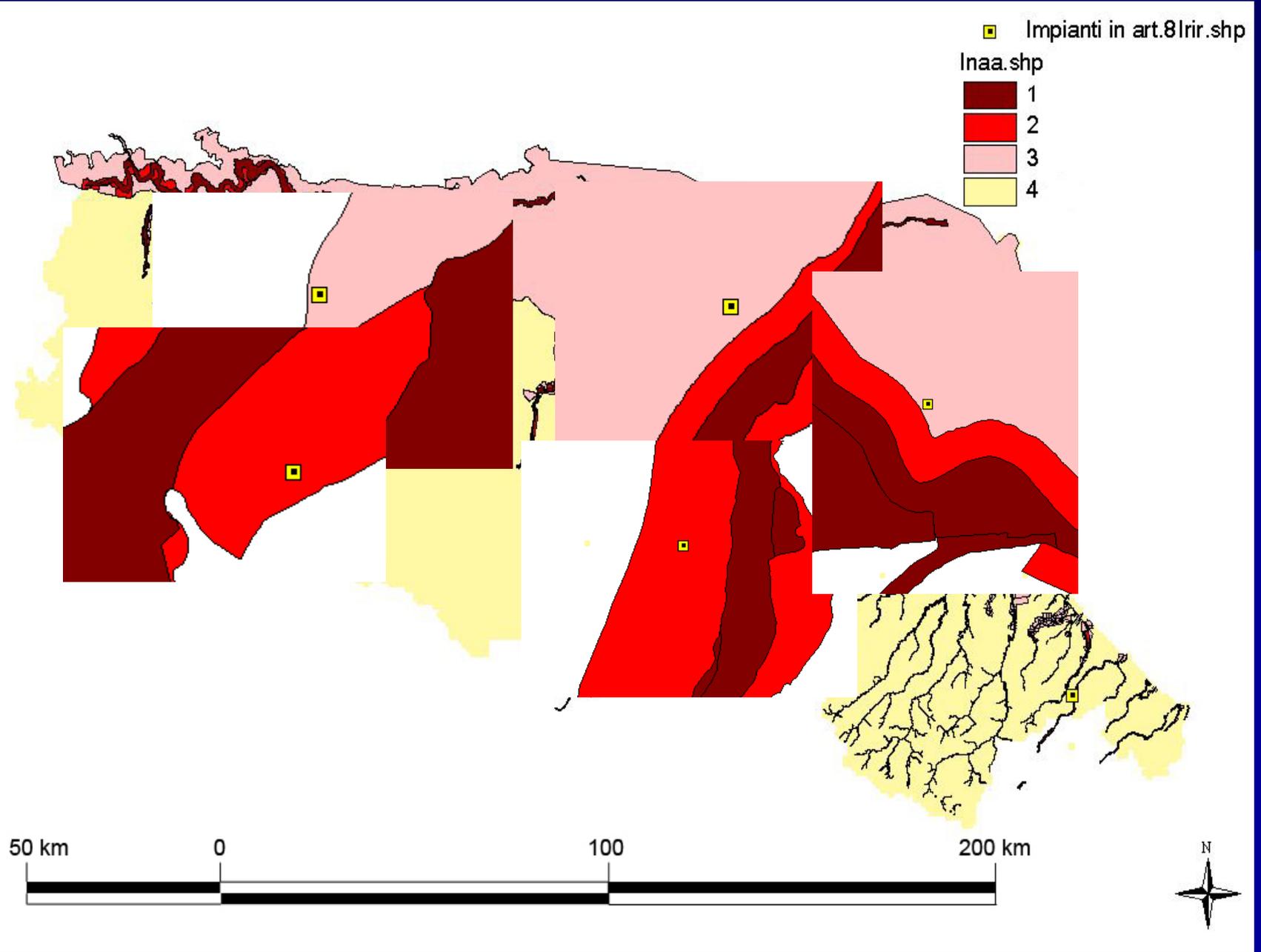
$$= I_{TS} * I_{VT} * I_{NA}$$

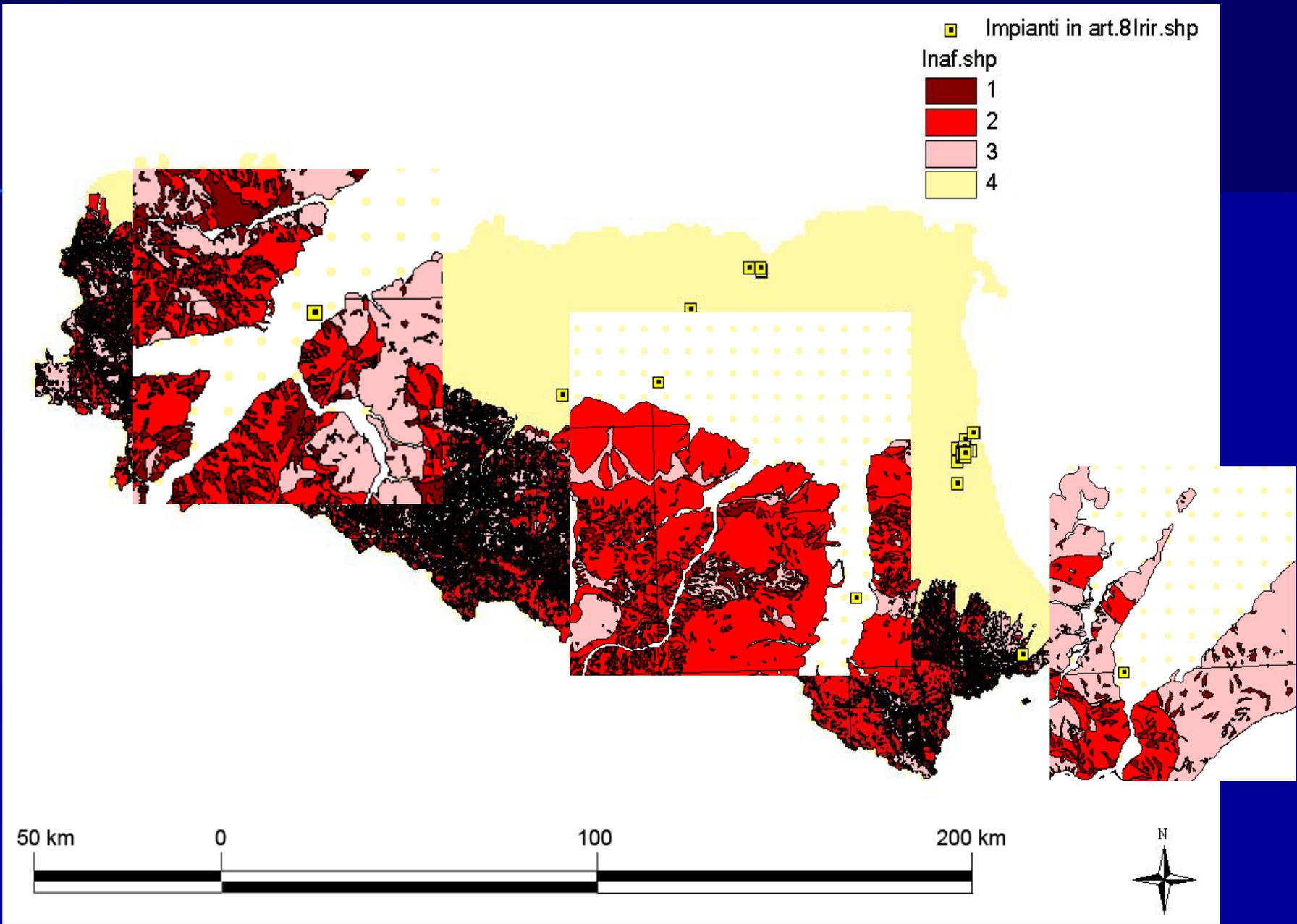


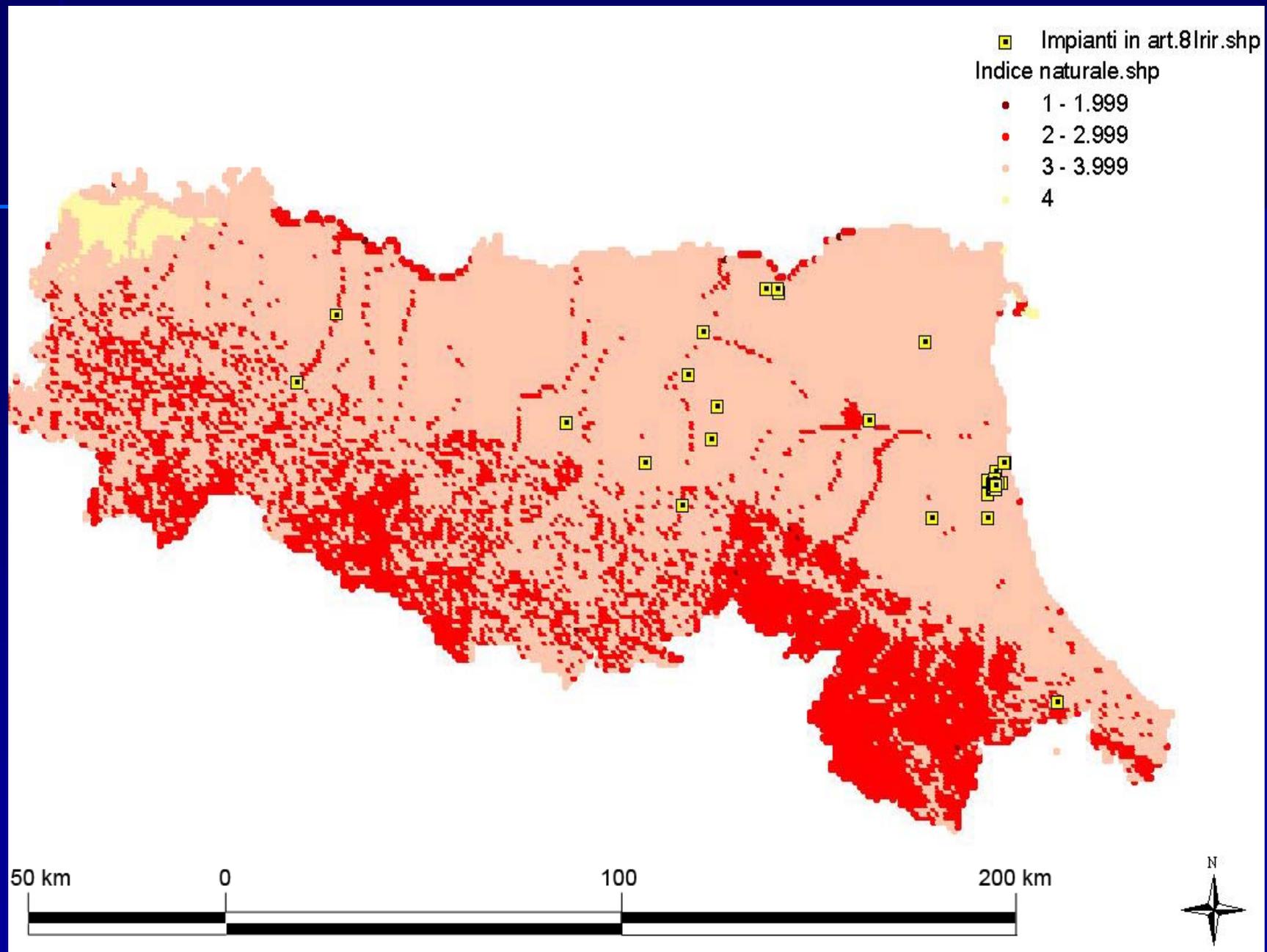
I_{NATECH}	LIVELLO DI PERICOLOSITA'
1-6	ALTO
7-36	MEDIO
37-96	BASSO



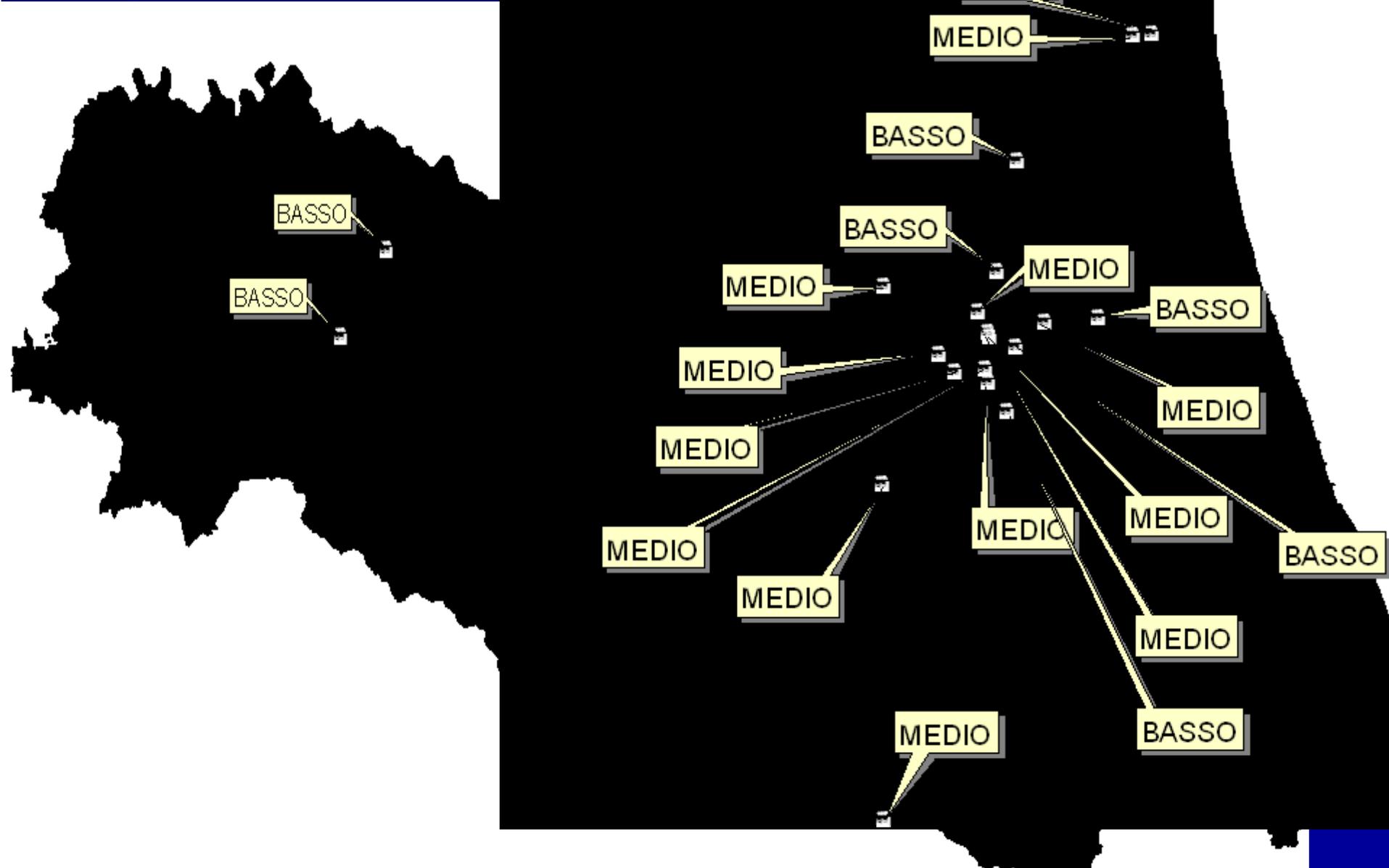








Codice	Ragione sociale	Provincia	Attività	INDICE NATECH ($\frac{L_{35}^*}{L_{35}} * \frac{L_{47}^*}{L_{47}} * \frac{L_{54}^*}{L_{54}}$)	Livello di Rischio Natech
NH021	LAMP O GAS EMILIANA srl	PR	Deposito di Gas Liquefatti	$(6*4*3) = 72$	BASSO
DH002	ENI spa - Divisione Refining & Marketing	PR	Stabilimento chimico o petrolchimico	$(6*3*3) = 54$	BASSO
NH014	OCAM srl	MO	Stabilimento chimico o petrolchimico	$(5*2*3) = 30$	MEDIO
NH013	LIQUIGAS spa	BO	Deposito di Gas Liquefatti	$(6*4*3) = 72$	BASSO
NH029	DU PONT DE MEMOURS ITALIA spa	BO	Deposito di Floramaci	$(6*2*3) = 36$	MEDIO
DH010	CIBA SPECIALTY CHEMICALS spa	BO	Stabilimento chimico o petrolchimico	$(6*2*3) = 36$	MEDIO
NH004	CHEMIA spa	FE	Stabilimento chimico o petrolchimico	$(6*2*3) = 36$	MEDIO
NH033	BAYER spa	BO	Deposito di Floramaci	$(6*2*3) = 36$	MEDIO
NH037	C.T.D. COOPERATIVA DEPOSITO TRASPORTO MERCI	BO	Deposito di Floramaci	$(6*2*3) = 36$	MEDIO
NH024	AMRIV srl	FE	Deposito di Floramaci	$(6*2*3) = 36$	MEDIO
NH012	BASEL POLIOLEFINE ITALIA spa	FE	Stabilimento chimico o petrolchimico	$(6*2*3) = 36$	MEDIO
NH060	YARA ITALIA spa	FE	Stabilimento chimico o petrolchimico	$(5*2*3) = 30$	MEDIO
DH045	POLIMERI EUROPA spa	FE	Stabilimento chimico o petrolchimico	$(5*2*3) = 30$	MEDIO
NH020	VE.FA. GAS srl	FE	Deposito di Gas Liquefatti	$(6*3*3) = 54$	BASSO
NH063	CROMITAL spa	FE	Stabilimento chimico o petrolchimico	$(5*3*3) = 45$	BASSO
NH030	MOLBUCCI GAETANO	RA	Deposito di Floramaci	$(6*2*3) = 36$	MEDIO
NH027	LA PETROLIFERA ITALO RUMENA spa	RA	Deposito di oli minerali	$(6*2*3) = 36$	MEDIO
NH062	LA PETROLIFERA ITALO RUMENA spa	RA	Deposito di oli minerali	$(6*2*3) = 36$	MEDIO



L'INDICE NATECH

Prof.ssa Gigliola Spadoni
Dipartimento Ingegneria Chimica Mineraria e delle
Tecnologie Ambientali Università di Bologna
L'impatto degli eventi naturali sulle aree
industriali con sostanze pericolose:
la previsione in Emilia-Romagna.

Noti i vari fattori che li compongono,
è possibile risalire ai sottoindici NaTech per ogni evento naturale

$$I_{\text{NaTech}} = I_{\text{NaTech, sisma}} + I_{\text{NaTech, alluvione}} + I_{\text{NaTech, frana}}$$

COD	AZIENDA	LIV. RISCHIO		
		Sis	All	Fra
DH004	BEYFIN DIVISIONE SUNGAS S.	BASSO	BASSO	BASSO
NH098	BIOLCHIM S.p.A.	BASSO	BASSO	BASSO
NH101	BONFIGLIOLI AMEDEO s.r.l.	MEDIO	BASSO	BASSO
NH096	BORDANDINI IGINO	MEDIO	BASSO	BASSO
NH075	Boschi Pietro & C. s.n.c.	BASSO	BASSO	BASSO
DH007	BRENNTAG .	BASSO	BASSO	BASSO
DH059	BRENNTAG S.p.A.	BASSO	BASSO	BASSO
NH109	BRONCHI COMBUSTIBILI s.r.l	MEDIO	BASSO	BASSO
DH009	BUNGE ITALIA	BASSO	BASSO	BASSO
NH087	C.B.A. di Calori s.r.l.	BASSO	BASSO	BASSO
DH008	CAVIRO Soc.Coop. a r.l.	BASSO	BASSO	BASSO
DH012	CLER SUD S.p.A.	MEDIO	BASSO	BASSO
NH035	COOP TERREMERSE S.c.r.l.	MEDIO	BASSO	BASSO
DH022	Cray Valley Italia s.r.l.	BASSO	BASSO	BASSO
DH016	DISTERCOOP s.c.r.l.	BASSO	BASSO	BASSO
DH018	Distillerie Bonollo S.p.A.	MEDIO	BASSO	BASSO
DH019	DISTILLERIE MAZZARI S.p.A	MEDIO	BASSO	BASSO

VARIANTI MIGLIORATIVE-1

INDICE DI VULNERABILITÀ AMBIENTE

32 tipologie di territori in funzione dell'uso del suolo organizzati in 5 macrozone
(classificazione del CISIS – Centro Interregionale per Sistemi Informatici, Geografici e Statistici):

PRECEDENTE METODOLOGIA:

Indice i	Tipo di zona
4	Territori modellati artificialmente
3	Territori agricoli
2	Territori boscati e ambienti seminaturali
1	Zone umide e Corpi idrici

$$I_{vuln,amb} = \frac{\sum_{i=1}^4 (i * A_i)}{A_{tot}} = \frac{1 * A_1 + 2 * A_2 + 3 * A_3 + 4 * A_4}{A_{tot}}$$

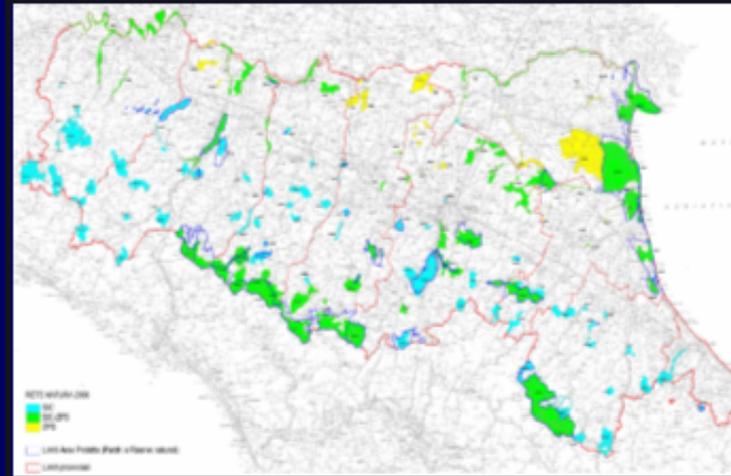
LIMITE: ✓ Esclusione delle zone sottoposte a vincoli naturalistici (ZPS e SIC)

VARIANTI MIGLIORATIVE-2

ZPS & SIC – Rete Natura 2000

Zone di Protezione Speciale: aree istituite al fine di tutelare in modo rigoroso i siti in cui vivono particolari specie ornitiche e, in secondo luogo, per proteggere diverse varietà migratrici

Siti di Importanza Comunitaria: sono aree che contribuiscono in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale o una specie in uno stato di conservazione soddisfacente



NUOVA METODOLOGIA:

Indice	Tipo di zona
4	Territori modellati artificialmente
3	Territori agricoli
2	Territori boscati e ambienti seminaturali
1	Zone umide , Corpi idrici, ZPS e SIC

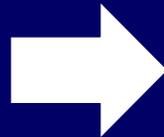
RETE NATURA 2000

In Italia : 20,6% del territorio

INDICE DI VULNERABILITÀ BENI MATERIALI

Beni materiali considerati dalla metodologia:

- autostrade
- strade statali
- tratte ferroviarie
- stazioni ferroviarie
- discariche
- aree portuali ed aeroportuali
- termovalorizzatori
- siti di compostaggio
- aree edificate



Aggiornamento della metodologia:

Inclusione di:

- ✓ Reti di distribuzione acqua
- ✓ Reti di distribuzione gas
- ✓ Reti di distribuzione en. elettrica

RAPPRESENTAZIONE BENI MATERIALI

AREALE

LINEARE

PUNTUALE

CENTRI DI VULNERABILITÀ

Prof.ssa Gigliola Spadoni
 Dipartimento Ingegneria Chimica Mineraria e delle
 Tecnologie Ambientali Università di Bologna
 L'impatto degli eventi naturali sulle aree
 industriali con sostanze pericolose:
 la previsione in Emilia-Romagna.

$$N_{pop_tot_CV_equiv_res} = \sum_{i=1}^{N_{CV}} \sum_{j=1}^{N_{cat_pop,i}} N_{pop,j_CV,i} * \frac{P_{pres,j}}{P_{pres,res}}$$

3. Probabilità di presenza

Probabilità media annua di presenza

Rif	Tipologia aggregata centro di vulnerabilità	Rif	Categorie di popolazione	P_{pres}
C01	Ospedale e assimilati	P01	Pazienti settore sanitario	100 %
		P02	Lavoratori settore sanitario diurni	39.3 %
		P03	Lavoratori settore sanitario turni	100 %
C06	Asili Nido	P04	Bambini asili nido	22.2 %
		P05	Lavoratori asili nido	22.2 %
C07	Scuole Materne	P06	Bambini scuole materne	22.2 %
		P07	Lavoratori scuole materne	22.2 %
C08	Scuole Elementari	P08	Studenti scuole elementari	17.4 %
		P09	Lavoratori scuole elementari	17.4 %
C09	Scuole Medie	P10	Studenti scuole medie	13.1 %
		P11	Lavoratori scuole medie	13.1 %
			nti mercati stabili aperto	16.8 %
			oratori mercati stabili all'aperto	16.8 %

VARIANTI MIGLIORATIVE-4



CONCLUSIONI

- I_{NaTech} risulta essere uno **strumento importante** per l'individuazione degli stabilimenti a rischio di incidente NaTech
- è utile per **prepararsi alla gestione dell'emergenza** e, se del caso, per fare **valutazioni quantitative** che meglio preparino alla gestione dell'emergenza
- Si possono avere miglioramenti degli **indici introducendo la vulnerabilità dell'ambiente**