

## 3 ANALISI DEI RISCHI

### 3.1 Rischi principali presenti nel territorio provinciale

Numerose sono le definizioni del termine “rischio”. Quella che viene, ormai, comunemente, usata e che è ripresa sulle *"Linee guida regionali per la pianificazione comunale di protezione civile con riferimento alla gestione dell'emergenza"* è la seguente:

$$R = P \times V$$

ove

- **R:** è il rischio
- **P:** è la pericolosità cioè la probabilità di accadimento di un evento calamitoso
- **V:** è la vulnerabilità cioè il valore degli elementi a rischio (persone, infrastrutture, infrastrutture, ecc.) nell'area soggetta a pericolo.

È da rilevare che spesso, nel linguaggio comune, si parli di rischio quando invece si dovrebbe trattare di pericolosità cioè del verificarsi degli eventi calamitosi a prescindere dagli effetti, in termini di danno, che essi producono.

Per scenario di rischio, poi, si intende *“la descrizione dei possibili effetti sull'uomo e sulle infrastrutture attesi in conseguenza del verificarsi di un fenomeno calamitoso”*.

Numerosi sono i tipi di rischio che possono interessare il territorio provinciale, anche se i due rischi di maggiore rilevanza sono indubbiamente quello industriale (comprendente per estensione anche il rischio da trasporto di sostanze pericolose) ed il rischio idraulico.

Il rischio industriale è legato soprattutto alla presenza del polo industriale di Porto Marghera che, per ragioni storiche, è localizzato in una zona che confina con l'abitato di Marghera e che non è molto distante dai centri di Mestre e di Venezia. Non sono però da trascurare i vari stabilimenti esistenti nel territorio che, ancorché non classificati come impianti a rischio in base alla normativa, possono ingenerare calamità a scala locale in quanto è noto che nel Veneto l'urbanizzazione è assai diffusa ed al suo interno possono facilmente coesistere abitazioni e fabbriche.

Il rischio idraulico è invece legato sia alla particolare conformazione del territorio, in gran parte soggetta a bonifica idraulica in quanto posta a quote soggiacenti il medio mare, sia alla presenza della parte terminale della maggior parte dei grandi fiumi italiani (Adige, Brenta - Bacchiglione, Piave, Livenza, Tagliamento); il Po, inoltre, scorre a soli 5 km dal confine provinciale e nel 1951 ha alluvionato gran parte del comune di Cavarzere<sup>12</sup>.

In questa seconda edizione del Piano vengono sia aggiornati ed integrati i rischi esaminati nel primo PPE (e cioè quelli che erano stati esaminati anche nel Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione: rischio industriale, da trasporto sostanze pericolose, idraulico, sismico, d'inquinamento delle acque ad uso potabile o "idropotabile", da eventi meteorologici) sia presi in esame altri rischi: da incendi boschivi e da mareggiate. Altri rischi di minor impatto potranno essere presi in esame in successivi aggiornamenti del PPE.

A questo punto risulta utile, prima di prendere in esame i vari rischi sopra indicati nei paragrafi successivi, indicare sommariamente come si è proceduto per la loro definizione e dare alcune definizioni essenziali.

Per definire i rischi cui il territorio provinciale è soggetto occorre, in primo luogo, conoscere gli eventi calamitosi che si sono verificati in passato e la loro frequenza e, successivamente, è

<sup>12</sup> In particolare è stata alluvionata la parte del territorio comunale in destra idrografica dell'Adige; nella piazza del Municipio c'erano pochi centimetri, mentre in altre zone l'acqua raggiungeva anche 4 m di profondità.

necessario valutare quali conseguenze questi produrrebbero se si ripetessero nelle mutate condizioni in cui versa il territorio, così come emerge dalla dettagliata analisi delle sue caratteristiche sia naturali che antropiche.

Si ricorda, preliminarmente, che la "*previsione*" è l'attività d'indagine e conoscenza specifica del proprio territorio, condotta con l'ausilio dei mezzi scientifici e tecnici disponibili, finalizzata alla stesura ed al periodico aggiornamento di mappe di rischio.

La "*prevenzione*" è l'attuazione di concreti interventi sul territorio e sulle infrastrutture, tendenti a ridurre l'impatto di fattori di rischio che incidono su quella determinata porzione di territorio, come individuati nelle mappe prodotte dall'attività di previsione.

## 3.2 Rischio industriale

### 3.2.1 Premessa

L'attività di studio sul rischio industriale, da parte dell'ufficio protezione civile della Provincia di Venezia, inizia nel 1997 per la predisposizione del "Programma provinciale di previsione e prevenzione in materia di protezione civile".

Da allora numerose sono state le indagini e gli studi soprattutto in conseguenza dell'emanazione del D.Lgs. 334/99 e s.m.i.

Nel corso del 2001 ha avuto avvio una collaborazione con ARPAV (Servizio Prevenzione Industriale), con la finalità di ottenere una mappatura dei rischi di incidente rilevante localizzabili nella provincia di Venezia.

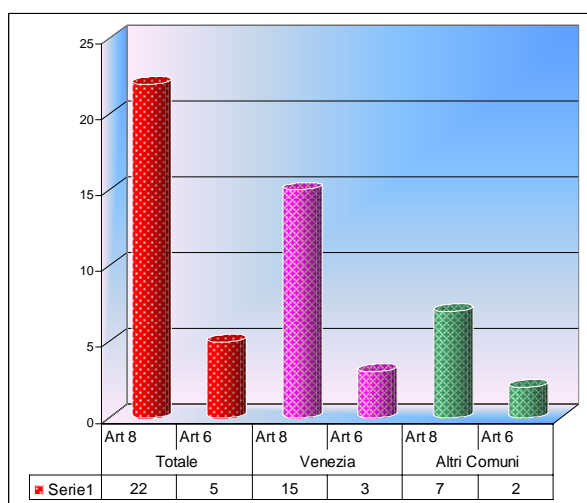
La suddetta collaborazione ha prodotto un documento che è stato assunto come base per ulteriori considerazioni ed approfondimenti, ed è stato inserito nel "Piano Provinciale di Emergenza" provinciale del 2003.

NOME AZIENDA	CODICE MINISTERO	COMUNE	NOTIFICA	RAPPORTO DI SICUREZZA
Logistica F.lli Ferrara srl	NF181	CONA	X	X
Publigas srl	DF034	MARTELLAGO	X	
Brenta Gas srl	NF007	MIRA	X	X
Marchi Industriale spa	DF029	MIRA	X	
Reckitt Benckiser Italia spa	DF007	MIRA	X	X
Trivengas srl	DF045	MIRANO	X	X
San Marco Gas srl	NF149	PORTOGRUARO	X	X
Ever srl	NF037	PRAMAGGIORE	X	X
Liquigas spa	NF014	SCORZE'	X	X
3V CPM CHIMICA PORTO MARGHERA spa	NF033	VENEZIA	X	X
AIM Bonifiche srl	NF178	VENEZIA	X	X
Alcoa Trasformazioni srl	NF074	VENEZIA	X	X
Arkema srl	NF048	VENEZIA	X	X
Bunge Italia spa	DF008	VENEZIA	X	
DECAL - Depositi Costieri Calliope spa	NF024	VENEZIA	X	X
ENI spa - Divisione Refining & Marketing	NF004	VENEZIA	X	X
IES - Italiana Energia e Servizi spa	NF036	VENEZIA	X	X
INEOS Vinyls Italia spa	NF039	VENEZIA	X	X
Miotto Generale Petroli srl	NF053	VENEZIA	X	
Montefibre spa	NF012	VENEZIA	X	X
Petroven srl	NF050	VENEZIA	X	X
Polimeri Europa spa	NF152	VENEZIA	X	X
San Marco Petroli spa	NF073	VENEZIA	X	X
SAPIO Produzione Idrogeno Ossigeno srl	DF012	VENEZIA	X	
Servizi Porto Marghera scarl	NF167	VENEZIA	X	X
Solvay Fluor Italia spa	NF013	VENEZIA	X	X
Syndial Attività Diversificate spa	NF009	VENEZIA	X	X

**Tabella 6** - Elenco delle Aziende presenti in provincia di Venezia, soggette al D.Lgs. 334/99 e s.m. e i.

In Tabella 6 sono riportate le 27 aziende attualmente soggette a D.Lgs. 334/99 e s.m.e i.; come rappresentato in Figura 13, di tali ventisette aziende, cinque sono in regime di articolo 6, quindi con obbligo unicamente di Notifica, mentre ventidue sono in regime di articolo 8, quindi con obbligo sia di Notifica che di Rapporto di Sicurezza.

Ben diciotto aziende di queste ventisette sono situate a Venezia, e tra queste, quindici sono soggette agli obblighi di cui all'articolo 8, mentre le altre tre sono soggette agli obblighi di cui all'articolo 6. Considerando che, per quantità e tipologia di sostanze utilizzate, le aziende in articolo 8 risultano di gran lunga le più pericolose per frequenza e magnitudo di incidenti rilevanti ipotizzati, più del 66 % delle aziende più pericolose sono concentrate nel comune di Venezia ed in particolare nel sito complesso di Porto Marghera.



**Figura 13** - Distribuzione delle aziende soggette a notifica (art. 6) e RDS (art. 8).

### 3.2.2 Problematiche legate ai dati dei Rapporti di Sicurezza

Il riferimento ai dati ufficiali presentati dai gestori delle aziende soggette ad articolo 8 del D.Lgs. 334/99 e s.m.i., cioè alle indicazioni e conclusioni contenute nei Rapporti di Sicurezza, si configura come il primo passo necessario nella procedura di valutazione dei rischi individuali e sociali.

Dato che il modo di misurare il rischio o di presentare una stima dello stesso dipende dagli scopi o dal contesto in cui tale azione viene effettuata, nel caso in oggetto i dati dei RdS richiedono una serie di verifiche al fine di valutarne omogeneità e consistenza.

Le conclusioni di un Rapporto di Sicurezza relativamente agli incidenti ipotizzati riguardano in sintesi:

- la frequenza attesa con cui si può verificare l'incidente;
- la distanza alla quale possono essere presenti effetti di danno.

Per fornire tali elementi è necessario analizzare ogni singola attività, individuare le ipotesi credibili, localizzarne i punti di accadimento (centri di rischio) ed effettuare le valutazioni degli effetti, in genere condotte con modelli matematici di simulazione dei fenomeni di dispersione, irraggiamento, sovrappressione connessa ad esplosioni.

Ogni RdS contiene pertanto una serie di scenari ai quali sono associabili questi due elementi. Molti degli scenari presentati nei rapporti di sicurezza, tuttavia, hanno conseguenze modeste, che comportano aree di danno limitate a zone interne alle attività o agli stessi impianti, spesso

ininfluenti ai fini degli obiettivi prefigurati. Tale è il caso per esempio di molti scenari di incendio, che comportano distanze di danno di qualche decina di metri.

Inoltre, per tener conto correttamente dei contributi dei singoli scenari si richiede anche una omogeneità di trattazione che non sempre si riscontra nei RdS esaminati. In tal proposito, appare necessario citare alcuni degli aspetti di disomogeneità che possono influire sull'affidabilità dei risultati.

Le condizioni meteorologiche<sup>13</sup> adottate per le valutazioni differiscono, anche notevolmente per le diverse attività, apparendo non supportate da analisi statistiche o da motivazioni puntuali. Risulta quindi impossibile confrontare e combinare tutti i risultati delle elaborazioni. Le soglie di danno adottate risultano diverse: vi sono casi in cui per la stessa sostanza e per lo stesso tempo di esposizione sono adottate soglie differenti, altri in cui vengono indicate soglie non aggiornate, altri ancora in cui si usano criteri di stima differenti, con risultati ovviamente diversi.

I criteri di scelta ed applicazione dei modelli di simulazione appaiono spesso non motivati, in qualche caso non in linea con quanto descritto nel rapporto, in altri casi non supportati da dati ed informazioni di dettaglio. La scarsa propensione ad allegare i dettagli delle elaborazioni o la estrema sinteticità dei tabulati o grafici forniti non permette di ricavare indicazioni tali da riprodurre i risultati anche con lo stesso modello.

La frequenza attesa del *top event*<sup>9</sup> risulta quasi sempre indicata, mentre in molti RdS manca il dato per gli scenari di incendio, flash fire<sup>9</sup>, UVCE<sup>9</sup>, ecc.

Nella quasi totalità dei RdS non sono trattate compiutamente le interazioni o gli effetti domino, sia in quanto manca la correlazione tra frequenza dell'evento o dello scenario e quella di un'estensione correlata ad effetti domino, sia perché non vengono illustrate le sequenze di eventi necessarie perché vi siano le interazioni con altri impianti o attività.

Nella quasi totalità dei RdS sono trattati gli scenari che hanno effetti sul bersaglio uomo ma non sono trattati gli scenari che hanno unicamente effetti sull'ambiente.

### 3.2.3 I cicli produttivi nella provincia

Per quanto riguarda l'area industriale di Porto Marghera le attività principali sono di tipo petrolifero e chimico: in questo polo viene prodotta una vasta gamma di sostanze dalle molteplici applicazioni industriali e non, quali benzine, solventi, resine, gomme, materiali per l'edilizia, fibre.

La peculiarità di Porto Marghera è quella di essere un **polo integrato**, dove la maggior parte delle unità produttive presenti si trova in un rapporto di reciproca interdipendenza. Per esempio, l'etilene prodotto da Polimeri Europa e stoccato nel reparto CR4 (assieme a propilene, mix C4 e dicitlopentadiene) viene utilizzato da Syndial nel reparto DL1/2 per la produzione di dicloroetano che viene poi inviato al reparto CV22 per la produzione di cloruro di vinile monomero.

Occorre ricordare, inoltre, come recita l'Accordo sulla Chimica, che "la chimica di Marghera rappresenta un punto chiave nella chimica italiana". Infatti, tanto le materie prime che alimentano il polo chimico di Porto Marghera quanto le produzioni locali rispettivamente provengono da e sono destinate verso gli altri grossi poli chimici italiani (Ravenna, Ferrara, Mantova).

Considerando, più in generale, l'intera provincia di Venezia, le attività degli stabilimenti soggetti a D.Lgs. 334/1999 e s.m.e i. possono essere raggruppate in base ai diversi cicli

---

<sup>13</sup> Le definizioni sono riportate in glossario alla fine della parte relativa al rischio industriale

produttivi e stoccaggi. Si riporta di seguito una descrizione delle attività industriali basata su tale suddivisione.

**Energia:** nella zona industriale sono presenti 6 centrali termoelettriche, destinate alla produzione di energia elettrica e vapore per soddisfare i fabbisogni degli stabilimenti interessati:

- Syndial = L'azienda è presente nell'area con una centrale termoelettrica alimentata con olio combustibile, metano e gasolio, che produce energia elettrica utilizzata per il funzionamento dei reparti produttivi Syndial e vapore che viene immesso nelle reti dello stabilimento.
- ENI = La raffineria soddisfa il proprio fabbisogno energetico con una centrale termoelettrica, composta da un gruppo turbogas alimentato a gas combustibile, da una caldaia e da un turbogeneratore a vapore.

Oltre agli stabilimenti appena citati, ne sono presenti altri quattro non soggetti agli obblighi del D.Lgs. 334/99 e s.m.e i.:

- Edison = L'azienda ha due centrali termoelettriche (Centrale di Marghera Levante e Centrale Azotati), che producono energia elettrica e vapore tecnologico e sono alimentate a metano.
- Enel = L'azienda è presente nell'area con la centrale termoelettrica di Porto Marghera, alimentata a carbone, e con la centrale termoelettrica di Fusina, che comprende 2 gruppi alimentati a carbone, 2 a metano ed 1 ad olio BTZ.

#### **Raffinazione e cracking:**

- ENI = La raffineria lavora il petrolio greggio e ne ricava una vasta gamma di prodotti quali distillati leggeri (benzine auto), distillati medi (petrolio avio e riscaldamento, gasolio per autotrazione e riscaldamento, kerosene), distillati pesanti (olio combustibile a varie viscosità e contenuti di zolfo, bitumi per usi stradali e guaine), propano e GPL, zolfo liquido.
- Syndial = Il cracker è alimentato a virgin nafta, dalla quale, per cracking termico e successiva distillazione frazionata, si separano etilene, propilene, metano e benzina di cracking. Quest'ultima viene poi ulteriormente lavorata per ottenere benzene, toluene e diciclopentadiene.

#### **Cloro, dicloroetano, polivinilcloruro:**

- Syndial = Il cloro è prodotto industrialmente da Syndial (reparto CS23/25), contemporaneamente alla soda caustica, per elettrolisi di soluzioni di cloruro sodico. L'impianto operativo impiega celle ad amalgama (con catodo di mercurio), tecnologia largamente diffusa e nota da molto tempo. Gli impegni assunti con l'Accordo sulla Chimica prevedono la sostituzione delle celle ad amalgama con celle a membrana per eliminare la principale fonte di inquinamento da mercurio. Il cloro di Syndial è destinato alla produzione di dicloroetano (DCE) nel reparto DL1/2 mediante la reazione esotermica di clorurazione diretta dell'etilene in un reattore a riciclo forzato. L'etilene proviene dal reparto di stoccaggio CR4 di Polimeri Europa (dove vengono stoccate anche: propilene, mix C4 e diciclopentadiene). Il dicloroetano viene poi inviato al reparto CV22 per la produzione di cloruro di vinile monomero.

#### **Acido solforico e oleum:**

- Syndial = L'acido solforico e l'oleum vengono prodotti presso il reparto AS2/9/11 di Syndial. La tecnologia di base prevede la combustione dello zolfo liquido con l'ossigeno contenuto nell'aria atmosferica, con produzione di anidride solforosa. Successivamente l'anidride solforosa viene ossidata ad anidride solforica su letto catalitico fisso e poi assorbita in acido solforico 98% e in oleum 105%.

- Marchi Industriale = L'azienda produce acido solforico ed oleum a partire da zolfo elementare. Lo zolfo necessario per la sintesi dell'acido solforico e dell'oleum arriva in stabilimento su mezzi gommati, sia allo stato liquido che in quello solido: quello solido viene stoccato in cumuli sotto idonee coperture e fuso all'occorrenza in apposite vasche mediante serpentine riscaldate con vapore, quello fuso viene direttamente scaricato nelle vasche di fusione ed immediatamente utilizzato. Dal serbatoio di stoccaggio lo zolfo fuso passa in un forno dove viene ossidato ad anidride solforosa. L'anidride solforosa viene ulteriormente ossidata cataliticamente ad anidride solforica in presenza di pentossido di vanadio ed infine avviene l'assorbimento in acqua demineralizzata e acido solforico a basso titolo. I prodotti ottenuti vengono stoccati in appositi serbatoi dedicati costruiti con materiale idoneo e contenuti in apposite vasche, la spedizione ai clienti avviene mediante autocisterne o taniche in plastica sempre mediante automezzi.

#### **Acido cloridrico:**

- Syndial = L'acido cloridrico, gas e soluzione, viene prodotto in vari reparti: nel CS28/30 a partire da peci clorurate provenienti da Ravenna e Porto Torres e da acque clorurate provenienti dai vari stabilimenti di Porto Marghera e viene inviato al reparto CV22/23; nel reparto Meforex e viene utilizzato per la produzione di policloruro di alluminio; mentre la soluzione (acido muriatico) viene stoccata al Parco Serbatoi Sud di Polimeri Europa (dove vengono stoccate anche: virgin nafta, acetone, acido solforico 98%, ammoniaca 25%, benzene, benzina di cracking, cumene, dicloroetano, etilbenzene, olio combustibile, olio fok, toluendiisocianato, toluene e soda caustica).

#### **Acido nitrico concentrato:**

- Syndial = L'acido nitrico concentrato al 99% viene ottenuto nel reparto AS5 a partire da acido nitrico al 53%. La carica viene convogliata in due colonne a piatti dove, mediante distillazione azeotropica, si concentra l'acido fino al 66%. L'acido preconcentrato viene inviato ad un'ulteriore sezione di concentrazione costituita da tre colonne in parallelo a riempimento, dove mediante distillazione estrattiva con acido solforico all'86% viene incrementata la concentrazione dell'acido nitrico al 99%.

#### **Solfato ammonico cristallino:**

- Syndial = Il solfato ammonico al 35% viene prodotto nel reparto PR16 per reazione tra acido solforico, proveniente dal reparto AS2/9/11, e ammoniaca al 25% proveniente dal Parco Serbatoi Sud. Il solfato ammonico cristallino viene prodotto nel reparto AS7 attraverso la concentrazione della soluzione di solfato ammonico al 35%, proveniente dal reparto PR16, mediante riscaldamento indiretto attraverso scambiatori di calore. Questi permettono l'evaporazione dell'acqua con la formazione del precipitato cristallino.

#### **Ammoniaca soluzione 25%:**

- Syndial = L'ammoniaca soluzione al 25% viene ottenuta nel reparto AM4 partendo dall'ammoniaca gas proveniente dal reparto AM7, attraverso un processo di assorbimento in acqua demineralizzata. Il prodotto viene inviato e stoccato nel Parco Serbatoi Sud.

#### **Olefine e aromatici:**

- Polimeri Europa = Le olefine prodotte sono etilene e propilene e vengono stoccate nel reparto CR4. Si ottengono attraverso il processo di steam-cracking della virgin nafta e successive distillazioni. Vengono anche prodotti idrogeno, metano, mix di C4, olio fok e benzina di cracking. Quest'ultima è la carica utilizzata per produrre gli aromatici, quali benzene e toluene stoccati al Parco Serbatoi Sud, nel reparto CR20/22 attraverso una serie di distillazioni. La frazione composta da C5 viene utilizzata nel reparto CR23 per produrre dicitopentadiene stoccato al CR4.

#### **Fibre acriliche:**

- Montefibre = Lo stabilimento Montefibre di Porto Marghera è dedicato alla produzione di fibre acriliche per una vasta gamma di usi tessili e tecnici. Nel reparto AT2 viene prodotto il polimero acrilico attraverso la reazione esotermica tra acrilonitrile e l'acetato di vinile, provenienti dal reparto AT1. Parallelamente nel reparto AT4/5 viene prodotto il solvente dimetilacetammide, per reazione tra acido acetico e dimetilammina. Successivamente il polimero acrilico (proveniente dal reparto di stoccaggio AT7) e il solvente (dal reparto AT5) vengono dosati in un mescolatore per ottenere una soluzione viscosa, che successivamente, nel reparto AT8, viene alimentata alla macchina di filatura dalla quale si ottiene la fibra acrilica.

#### **Acido cianidrico e acetoncianidrina:**

- Arkema (ex Atofina) = L'azienda produce acido cianidrico nel reparto AM7 secondo il processo Andrussow, tecnologia che coinvolge la reazione dell'ammoniaca con metano ed aria in presenza di un catalizzatore di platino/rodio. L'ammoniaca proviene dal Parco Serbatoi Ovest, mentre il metano dalla rete consorziata. L'acido cianidrico viene impiegato come reagente per la sintesi di acetoncianidrina mediante condensazione con acetone (proveniente dal Parco Serbatoi Sud) in presenza di soda come catalizzatore.

L'acetoncianidrina è un intermedio per la produzione di metacrilato e costituisce la materia prima per la sintesi di insetticidi.

#### **Acido fluoridrico e idrofluorocarburi:**

- Solvay Fluor Italia (ex Solvay Solexis) = Lo stabilimento Solvay di Porto Marghera è articolato in due reparti produttivi: il reparto FR, dedicato alla produzione di idrofluorocarburi e idroclorofluorocarburi (Meforex) e algofreni (clorofluorocarburi), il reparto FO per la produzione di acido fluoridrico attraverso la reazione tra fluorina e acido solforico. L'acido fluoridrico viene utilizzato come reagente nel reparto Meforex per la produzione di idrofluorocarburi, utilizzando come substrato percloroetilene e trielina. Come prodotti secondari vi sono acido cloridrico e gessi granulati.

#### **Fabbricazione gas industriali:**

- Sapio Produzione Idrogeno Ossigeno (ex Crion Produzioni Sapio) = L'azienda effettua il frazionamento dell'aria per la produzione di ossigeno, azoto, argon. Il processo di separazione dei componenti dell'aria prevede una serie di distillazioni successive per la produzione di ossigeno gas e azoto gas, destinati agli utilizzi del polo chimico di Porto Marghera, e di liquidi criogenici (ossigeno liquido, azoto liquido, argon liquido). Lo stabilimento Sapio comprende un impianto di compressione per gas tecnici (acetilene e idrogeno). I gas, provenienti dagli impianti di Syndial via gasdotto, vengono purificati, compressi e accumulati in bombole per la successiva commercializzazione.

#### **Alluminio:**

- Alcoa = L'alluminio viene prodotto attraverso il processo elettrolitico a partire da allumina. Mentre i catodi vengono acquistati da ditte esterne, gli anodi vengono prodotti direttamente da Alcoa.

#### **Trattamento reflui e smaltimento rifiuti:**

- AIM Bonifiche = L'azienda si occupa dello stoccaggio provvisorio e del trattamento dei rifiuti industriali, pericolosi e non, tossico-nocivi e speciali per essere poi inviati a discarica finale e/o in impianti di riutilizzo legalmente autorizzati.

#### **Composti dell'ammoniaca:**

- 3V CPM = Le operazioni svolte all'interno dello Stabilimento 3V CPM sono finalizzate alla sintesi di prodotti chimici impiegati principalmente nell'industria dei coloranti, come additivi nelle materie plastiche e nella chimica fine. I procedimenti chimici svolti all'interno dello stabilimento vengono attuati in due impianti di produzione e relativi stoccaggi, denominati



CPM1 e CPM3. L'impianto CPM 1 produce mononitrotoluene per reazione fra toluene e acido nitrico in presenza di acido solforico che ha la funzione di disidratante. I tre isomeri che si formano (orto-, meta- e para-nitrotoluene) vengono poi separati mediante distillazione e cristallizzazione. L'impianto CPM 3 è costituito da due linee di produzione: 1) impianto di amminazione con ammoniaca è discontinuo e dedicato; è stato progettato per realizzare la produzione a batch di TMP-ONE ed è comprensivo delle sezioni di reazione (R-01), distillazione, serbatoi di materie prime e di lavorazione, gruppo frigorifero a salamoia; 2) impianto di idrogenazione multi-prodotto comprensivo delle sezioni di reazione (R-05), filtrazione catalizzatore, distillazione, serbatoi di materie prime e di lavorazione, trattamento acque amminiche e termodistruttore per gli effluenti gassosi. Le campagne di produzione che possono essere eseguite alternativamente nell'impianto di idrogenazione sono:

TMP-INA, diammina 6, toluidine, TMP-OLO.

#### **Trasformazioni ad uso alimentare e zootecnico:**

- Bunge Italia (ex Eridania Cereol) = Lo stabilimento è destinato alla trasformazione dei semi oleosi in olio ad uso alimentare e farine per uso zootecnico. I semi oleosi vengono raccolti prevalentemente sul territorio regionale, mentre i prodotti finiti (oli e farine) vengono impiegati su tutto il territorio nazionale. L'attività produttiva dello stabilimento può essere suddivisa nelle fasi: 1) depositi materie prime; 2) pulitura e condizionamento materie prime; 3) deposito prodotti derivati (oli e farine); 4) ciclo di lavorazione semi; 5) deposito di esano; 6) carico, scarico e movimentazione; 7) servizi ausiliari.

#### **Depositi:**

- Decal = L'azienda si occupa di movimentazione e deposito in serbatoi atmosferici di prodotti liquidi petroliferi e chimici, ed in particolare effettua ricezione via terra/mare, stoccaggio, denaturazione e additivazione, spedizione via terra/nave. Tra i principali prodotti movimentati e stoccati vi sono acrilonitrile, gasolio agricolo e gasolio, bitume, olio combustibile denso e fluido, benzina, toluene, xilene, acetone, ethylol, nonene, metanolo, etilbenzene, DEG e MEG.
- San Marco Petroli = L'azienda svolge movimentazione e deposito di gasolio, gasolio agricolo, bitume, olio combustibile e benzina. Effettua rifornimento a mezzo di tubazioni via terra/mare e spedizione via terra.
- Petroven = L'azienda effettua stoccaggio e movimentazione di prodotti petroliferi finiti, quali benzine, gasoli, oli combustibili e lubrificanti, bitumi. E' dotata di serbatoi, oleodotti, pontili, pensiline di carico. Svolge inoltre attività di ricezione, stoccaggio, trattamento e spedizione di prodotti petroliferi sfusi.
- IES = L'azienda si occupa di movimentazione e stoccaggio di petrolio greggio.
- Miotto Generale Petroli = L'azienda si occupa di movimentazione e stoccaggio di gasolio.
- Publigas = L'azienda si occupa di movimentazione e stoccaggio di idrocarburi gassosi in miscela liquefatta.
- Liquigas = L'azienda si occupa di movimentazione e stoccaggio di idrocarburi gassosi in miscela liquefatta.
- Brenta Gas = L'azienda si occupa di movimentazione e stoccaggio di idrocarburi gassosi in miscela liquefatta.
- Trivengas = L'azienda si occupa di movimentazione e stoccaggio di idrocarburi gassosi in miscela liquefatta.
- San Marco Gas = L'azienda si occupa di movimentazione e stoccaggio di idrocarburi gassosi in miscela liquefatta.

### **Solfitanti per industria enologica:**

- Ever = Nello stabilimento Ever è detenuta anidride solforosa in bombole da 58kg, stoccate per circa 3 tonnellate, in condizioni di pieno carico, in apposito magazzino dotato di sistemi di sicurezza per il contenimento all'interno di eventuali rilasci. L'attività principale dell'azienda è il commercio di materie prime utilizzate nell'industria enologica, quali: 1) prodotti per la fermentazione (lieviti, enzimi, solfitanti, attivanti); 2) chiarificanti (bentoniti, tannini, chiarificanti proteici, chiarificanti complessi); 3) coadiuvanti di filtrazione; 4) stabilizzanti e conservanti; 5) detergenti e sanitizzanti; 6) accessori per la cantina (tubazioni, raccorderai, pompe, colle).

### **Produzione detersivi:**

- Reckitt Benckiser = Nell'unità produttiva di Mira della Reckitt Benckiser vengono prodotti detersivi in polvere, in pastiglie, saponi, detersivi liquidi e prodotti coadiuvanti per il lavaggio. Le fasi principali del processo produttivo sono le seguenti: 1) preparazione di alcuni principi attivi o tensioattivi di base dei detersivi e dei saponi, ottenuto dalla neutralizzazione dell'acido solforico con soda; 2) integrazione/additivazione/miscelazione dei tensioattivi e dei saponi ottenuti con opportuni materiali in polvere e/o liquidi; tali materiali rispondono a diverse funzioni tecnologiche, quali coadiuvanti, sequestranti, sbiancanti, riempitivi ed altro; 3) confezionamento finale del prodotto ottenuto nei contenitori predisposti. Nella produzione dei detersivi (in polvere e liquidi) vengono utilizzati il perborato di sodio monoidrato, il percarbonato di sodio e profumi, sostanze suscettibili di causare un eventuale incidente rilevante.

## **3.2.4 Scenari di rischio**

### **3.2.4.1 Soglie di danno**

Le conseguenze relative agli incidenti rilevanti vengono in genere visualizzate tramite aree di interesse, che possono avere varie forme in pianta (un ellissoide, un arco di cerchio, un cerchio, ecc.). L'estensione di tali zone è espressa come la distanza, misurata rispetto al punto ove si verifica l'incidente, alla quale viene registrato un determinato valore (soglia) di concentrazione o di energia.

Comunemente viene fatto riferimento a svariate soglie di danno al fine di meglio rappresentare la gradualità e molteplicità dei rischi e delle conseguenze connesse; l'indicazione più sintetica viene dalle "Linee Guida per la predisposizione del piano di emergenza esterna di cui all'articolo 20, comma 4, del D.Lgs. 17 agosto 1999, n.334" (D.C.P.M. 25 FEBBRAIO 2005) che individuano tre soglie correlate ad altrettante tipologie di effetti per ogni tipo di rischio, come di seguito riportato.

La terza soglia suggerita dalle Linee guida citate ha lo scopo di stimare l'estensione di una zona esterna soggetta ad effetti più lievi, sulla base di "valutazioni specifiche da compiersi per la particolare realtà territoriale". Tuttavia la legge non impone ai gestori di individuare il raggio della terza zona e a tutt'oggi non sono stati definiti metodi standard di quantificazione. A ciascuna delle soglie individuate corrispondono effetti ed estensione definiti nella tabella seguente.

DEFINIZIONE	MISURE DI PROTEZIONE
<b>Prima zona - sicuro impatto</b> (soglia elevata letalità) immediatamente adiacente allo stabilimento. Caratterizzata da effetti comportanti una elevata letalità per le persone.	L'intervento di protezione da pianificare consiste, in generale, nel rifugio al chiuso. Solo in casi particolari dovrà essere prevista l'evacuazione spontanea o assistita della popolazione.
<b>Seconda zona - di danno</b> (soglia lesioni irreversibili) esterna alla prima, caratterizzata da possibili danni, anche gravi ed irreversibili, per le persone che non assumono le corrette misure di autoprotezione e da possibili danni anche letali per persone più vulnerabili come i minori e gli anziani.	L'intervento di protezione principale dovrebbe consistere, almeno nel caso di rilascio di sostanze tossiche, nel rifugio al chiuso.
<b>Terza zona - di attenzione</b> caratterizzata dal possibile verificarsi di danni, generalmente non gravi anche per i soggetti particolarmente vulnerabili oppure da reazioni fisiologiche che possono determinare situazioni di turbamento tali da richiedere provvedimenti anche di ordine pubblico. La sua estensione dev'essere individuata sulla base delle valutazioni delle autorità locali.	Tipicamente in questa zona rimane consigliabile il rifugio al chiuso (eventualmente dovranno essere previsti solamente interventi mirati ai punti di concentrazione di soggetti particolarmente vulnerabili) e azioni di controllo del traffico.

**Tabella 7** – Definizione delle aree di impatto e delle relative estensioni.

In realtà, in alcuni casi non sono disponibili tutti i dati relativi alle varie soglie di danno e spesso sono indicate solo la prima e la seconda soglia.

FENOMENO	1ª SOGLIA		2ª SOGLIA
	Persone	Strutture	Persone
<b>Esplosioni</b>	0,6 bar	0,3 bar	0,07 bar
<b>BLEVE – fire ball</b>	raggio fire ball	-	200 kJ/m <sup>2</sup>
<b>Incendi stazionari</b>	12,5 kW/m <sup>2</sup>	-	5 kW/m <sup>2</sup>
<b>Nubi vapori infiammabili</b>	LFL	-	0,5 LFL
<b>Nubi vapori tossici</b>	LC50 <sub>(30)</sub>	-	IDLH

**Tabella 8** - Tipologie dei fenomeni incidentali e soglie di danno

Per visualizzare l'area interessata dal massimo rischio potenziale, considerando che si tratta della rappresentazione più cautelativa per eccesso, si usa la forma circolare, con centro sul luogo ipotizzato dell'incidente e raggio pari alla distanza relativa alla soglia di danno predefinita, anche se in realtà le informazioni sulla velocità e direzione del vento potrebbero modificare le distanze di danno raggiunte nelle varie direzioni.

### 3.2.4.2 Analisi storica degli incidenti

Per quanto riguarda le aziende in solo obbligo di Notifica (art. 6 del D.Lgs. 334/99 e s.m.e i.), le informazioni a disposizione sono limitate in quanto non riportano uno studio completo sull'analisi dei rischi. Le informazioni minime da cui non si può prescindere al fine di una prima stima dei rischi potenziali sul territorio sono sicuramente la dislocazione sul territorio delle aziende, il tipo di incidenti ipotizzato e le sostanze pericolose coinvolte in tali incidenti. Per quanto riguarda le aziende in art. 8, le informazioni disponibili relative ad incidenti avvenuti sono più esaustive.

Dall'analisi storica di tali fonti emerge che le conseguenze degli eventi anomali hanno interessato per lo più aree interne agli stabilimenti.

Solitamente gli eventi anomali vedono coinvolti solo gli operatori posti in corrispondenza del punto di rilascio; le conseguenze hanno assunto diverse gravità in relazione al numero ed al tipo di mezzi di protezione individuale indossati.

Numerosi incidenti sono stati causati da errori procedurali da parte di personale addetto; si sono infatti registrati molti casi provocati da negligenza, mancato rispetto delle procedure e/o loro insufficiente descrizione o approfondimento.

Alcuni incidenti hanno avuto origine da interventi manutentivi errati. Inoltre si è riscontrato l'aggravamento degli eventi incidentali per il malfunzionamento dei sistemi di sicurezza, e per tal motivo assume particolare importanza il tipo di manutenzione svolto dall'azienda.

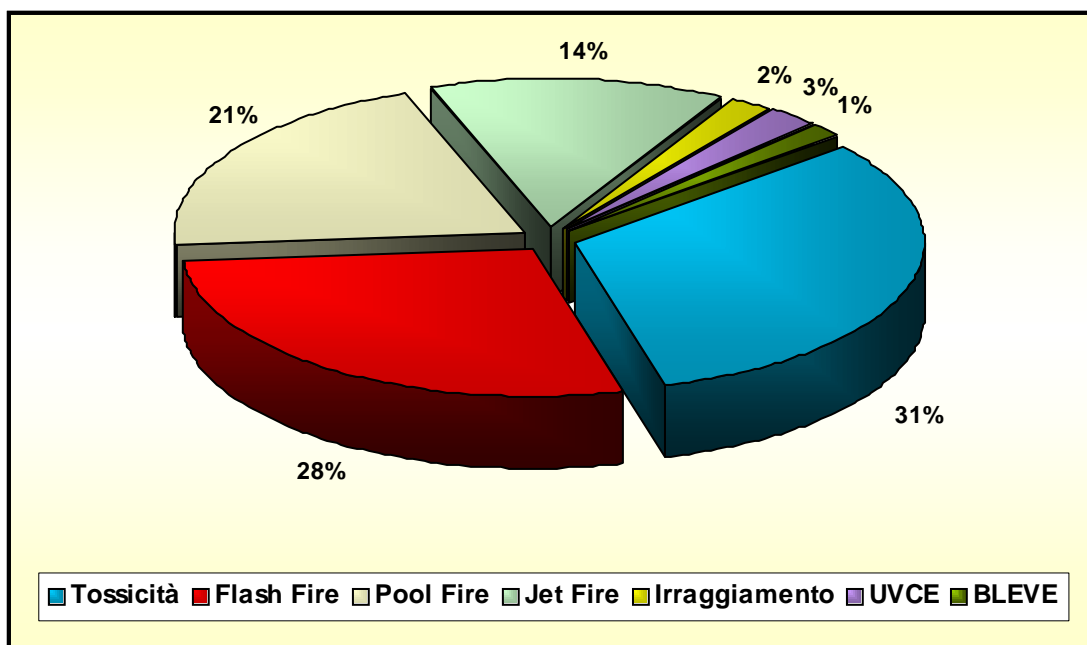
Di seguito si riporta una breve analisi dell'esperienza storica relativa agli stabilimenti che presentano caratteristiche analoghe ai depositi.

- **Cedimenti meccanici**, quali:
  - rotture di tubazioni
  - cricche su tubazioni
  - rotture di tubi flessibili
  - rotture di bracci di carico
  - perdite da flange
  - rotture di pompe e compressori
- **Errori operativi**, quali:
  - congelamento in apertura valvola di spurgo
  - urti accidentali di mezzi in manovra
  - incidenti ferroviari e stradali
  - fuoriuscita di liquidi per eccesso di riempimento
  - esplosioni per irraggiamento solare di mezzi sovrariempiti

Per quanto riguarda l'innesco occasionale dell'incendio iniziale, la casistica mostra che, salvo qualche innesco immediato, l'accensione iniziale può avvenire anche a notevole distanza (da 100 a 200 m dal punto ove si è originato lo sviluppo del gas) ed anche con ritardi dell'ordine delle decine di minuti rispetto alla fuga iniziale.

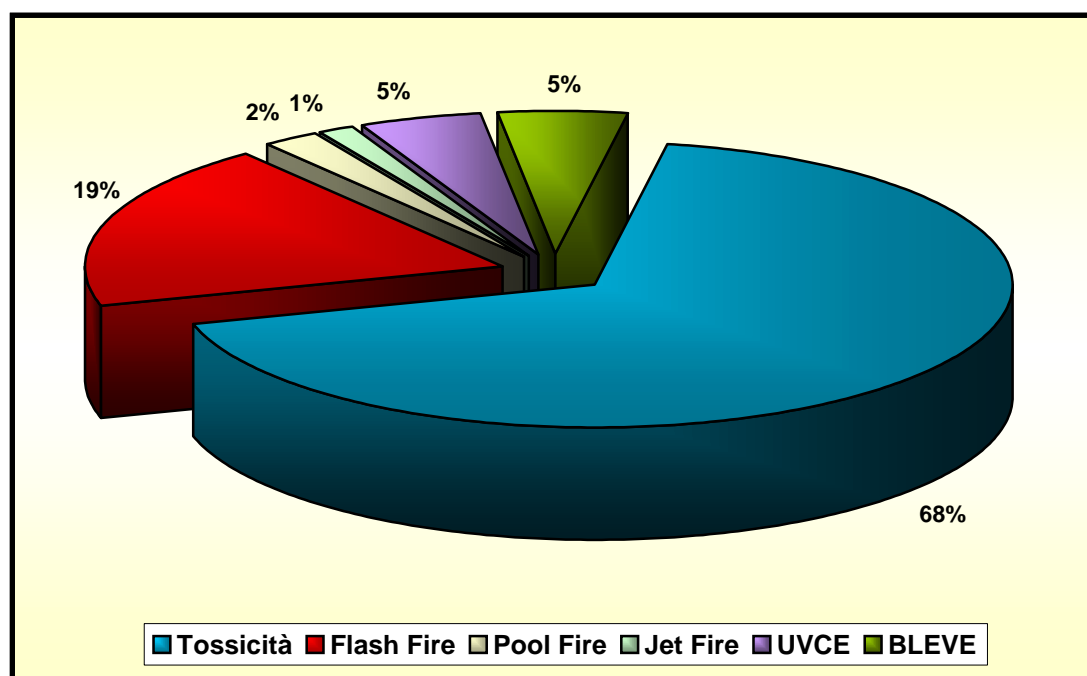
Dall'analisi dei Rapporti di Sicurezza presentati nel 2000 dalle ventiquattro aziende allora soggette ad articolo 8 del D.Lgs. 334/99, è possibile avere una stima della distribuzione degli scenari considerati (Figura 14).

Da tali dati risulta evidente la marginalità del numero degli eventi di esplosione e dei Jet Fire rispetto ai rilasci tossici e agli incendi (stazionari e non) quali Pool Fire e Flash Fire, ma la magnitudo di tali eventi non è trascurabile, poiché la distanza di danno di tali scenari è dell'ordine delle centinaia di metri.



**Figura 14** - Distribuzione statistica di tutti gli scenari considerati

Se non si considerano gli scenari la cui seconda zona è minore di 100 metri (Figura 15) cioè gli eventi meno significativi dal punto di vista della magnitudo, si nota come sia ancora più preponderante l'importanza degli eventi di tipo Rilascio Tossico, che da soli rappresentano quasi il 68% del totale.



**Figura 15** - Distribuzione degli scenari rappresentativi considerati, le cui seconde soglie di danno sono maggiori di 100 m

Se invece consideriamo i soli scenari la cui seconda zona di danno è maggiore di 200 metri (Figura 16), quelli che più probabilmente escono dai confini dello stabilimento, otteniamo che l'83% sono Rilasci Tossici.

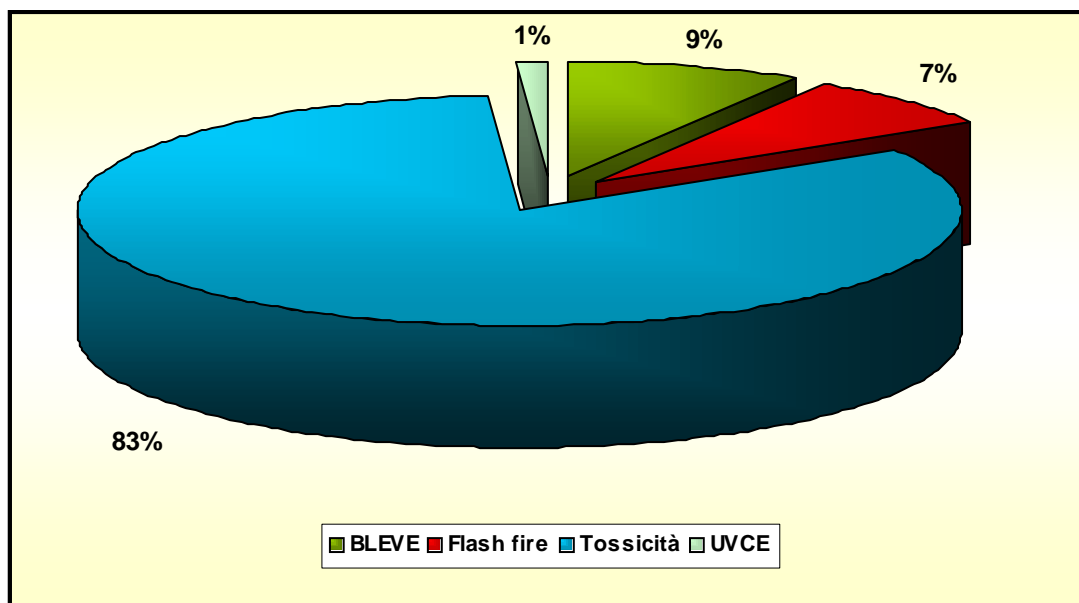


Figura 16 - Distribuzione degli scenari rappresentativi considerati le cui seconde zone di danno sono maggiori di 200 m

### 3.2.4.3 Incidenti denunciati

In seguito all'Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera, le aziende firmatarie e alcune tra quelle non aderenti all'Accordo hanno stabilito di comunicare anche alla Provincia (Settore Politiche Ambientali) tutti gli eventi accidentali e gli interventi di manutenzione che possono dare origine ad emissioni anomale con conseguente dispersione in atmosfera di sostanze tossiche e non.

Alle aziende di Porto Marghera si stanno aggiungendo altre aziende operanti nel territorio provinciale, come prescritto da decreti autorizzativi in seguito a indicazioni della Commissione Tecnica Provinciale per l'Ambiente (CTPA).

In particolare, per ogni comunicazione dell'azienda, vengono registrati giorno, ora, durata, tipo d'incidente, sostanze emesse e loro quantità. Sulla base delle informazioni fornite dalla prima comunicazione è possibile richiedere ulteriori relazioni tecniche di dettaglio. Per gli eventi più significativi viene condotto anche un sopralluogo.

I primi eventi registrati risalgono al periodo 1994-96, mentre è dal 1998 che mediamente si raccolgono 30-50 comunicazioni di evento all'anno. Attualmente il database contiene circa 500 comunicazioni.

### 3.2.5 Glossario

Al fine di favorire l'approccio con le considerazioni espresse nel presente studio si forniscono di seguito le definizioni ed accezioni attribuite ai termini utilizzati (dove non specificata, la fonte è data dalle guide dell'AICHe - American Institute of Chemical Engineers).

**ALBERO DI GUASTO** (*fault tree*): metodologia che permette di ricostruire la sequenza logica di eventi necessari perché si verifichi un incidente (anche definito *top event*); a partire dal *top event* si individuano gli eventi e le concomitanze necessarie fino alle cause primarie. Tale tecnica consente anche, associando a ciascun evento un rateo di guasto o una probabilità e mediante l'algebra di Boole, il calcolo della frequenza attesa del *top event*.

**ALBERO DEGLI EVENTI** (*event tree*): metodologia attraverso la quale si possono definire gli scenari incidentali determinandone anche la frequenza attesa; a partire dal *top event* (per es. rottura tubazione), considerando l'intervento di sistemi di mitigazione (per es. gas detector con blocco, barriere d'acqua, ecc.) o di squadre di emergenza o la presenza di condizioni particolari (vento, innesco, ecc.) si ottengono i vari scenari (*pool-fire*, *flash-fire*, *UVCE*, dispersione, ecc.) con la relativa probabilità.

**BLEVE** (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*): scoppio di un recipiente contenente un gas compresso e liquefatto coinvolto o avvolto dalle fiamme di un incendio. Il fenomeno si verifica quando la sostanza contenuta si trova in condizioni di surriscaldamento ed è soggetta ad una rapida depressurizzazione che origina il *flash* di una frazione del liquido.

**CENTRO DI RISCHIO**: punto geografico coincidente con l'origine dell'incidente dal quale si misura la distanza di danno.

**CURVE (o ZONE) DI ISORISCHIO**: rappresentazione grafica su topografia o planimetria dell'andamento del rischio individuale.

**CURVE F-N**: rappresentazione grafica, in formato bidimensionale, del numero di vittime in funzione della frequenza attesa di determinati eventi.

**DEFLAGRAZIONE**: fenomeno di combustione rapida che può interessare miscele di gas, vapori o polveri, con andamento più o meno veloce a seconda della concentrazione dei reagenti, della turbolenza e dell'omogeneità della miscela, velocità di fiamma contenuta e comunque subsonica e tempi di sviluppo dell'ordine di frazioni di secondo (fino a qualche centinaio di millisecondi).

**DETONAZIONE**: combustione o ossidazione molto veloce, caratterizzato da tempi dell'ordine di microsecondi e velocità di fiamma soniche o supersoniche, che interessa prevalentemente i materiali esplosivi, ma può verificarsi anche con sostanze infiammabili (vapori, gas o polveri) in particolari condizioni.

**DISPERSIONE**: diluizione nell'atmosfera di una sostanza aeriforme regolata prevalentemente dalle condizioni meteorologiche (velocità del vento e stabilità atmosferica), dalle caratteristiche della sostanza e dalla tipologia dell'efflusso o rilascio.

**EMISSIONE**: efflusso o fuoriuscita all'atmosfera, accidentale o anche prevista (da camino) di una sostanza aeriforme o di particolato.

**ESPLOSIONE**: fenomeno consistente nello sviluppo rapido di una sovrappressione, detta comunemente onda d'urto, in genere dipendente da una combustione o reazione molto veloce ed esotermica. Comprende la deflagrazione, la detonazione, la reazione runaway, ed altri fenomeni che non rientrano nell'ambito del presente studio.

**EVENTO**: un'evenienza o circostanza da cui si originano effetti di incidente. Può corrispondere ad un guasto, rottura, errore, ecc. che singolarmente o in concomitanza o in sequenza con altri eventi origina lo scenario di incidente (un evento può essere la rottura di una tubazione da cui fuoriesce una sostanza pericolosa, ma può anche essere il guasto di una macchina o di uno strumento che solo se non rilevato, oppure se non riparato, può dar luogo ad incidente).

**FIRE BALL** (*palla di fuoco*): combustione veloce di una massa di vapori infiammabili rilasciata istantaneamente, in genere connessa con un BLEVE, senza sviluppo di sovrappressione, ma con irraggiamento intenso e breve.

**FLAME ENGULFMENT o JET IMPINGEMENT:** situazione in cui la fiamma di un jet-fire colpisce ortogonalmente un apparecchio o una struttura. È una delle situazioni in cui risulta più probabile il BLEVE.

**FLASH FIRE:** combustione veloce di una nube di gas o vapori infiammabili, non comporta effetti significativi di sovrappressione in quanto la velocità di fiamma è abbastanza bassa (sotto ai valori che configurano la deflagrazione) o perché la massa di combustibile è limitata, o per una non omogenea distribuzione delle concentrazioni, o per la contenuta turbolenza che non favorisce accelerazione di fiamma.

**FREQUENZA ATTESA:** valore stimato della frequenza con cui è possibile si verifichi un certo evento (espresso in genere in eventi/anno).

**IDLH:** concentrazione di sostanza tossica alla quale l'individuo sano, per una esposizione che in genere è di 30 minuti, non mostra aver subito danni irreversibili alla salute e sintomi tali da impedire adeguate azioni protettive.

Il valore di questa soglia, che è in genere associata ad effetti di ospedalizzazione, viene costantemente aggiornato dall'istituto statunitense NIOSH per tenere conto degli studi più recenti in materia.

**IMPINGEMENT (flame):** situazione in cui la fiamma di un jet fire colpisce ortogonalmente un apparecchio o una struttura. È una delle situazioni in cui risulta più probabile il BLEVE.

**INCENDIO:** comprende tutti i fenomeni di combustione libera, quali il FLASH FIRE, il JET FIRE, il POOL FIRE (incendio di una pozza di liquido) ed il TANK FIRE (incendio di un serbatoio o recipiente che si verifica in genere dopo una rottura).

**JET FIRE:** è l'equivalente del dardo di fuoco e comporta, in genere, irraggiamento non elevato, se non in prossimità della fiamma, mentre risulta pericoloso il jet o flame-impingement.

**LC50:** concentrazione di sostanza tossica che risulta letale per il 50% dei soggetti esposti per un determinato tempo.

Il valore da attribuire a tale soglia viene in genere determinato utilizzando una funzione matematica denominata probit = probability unit, mediante la quale è possibile calcolare, con ragionevoli limiti di confidenza, la concentrazione corrispondente ad una determinata probabilità di danno per un dato tempo di esposizione.

**LFL:** Limite inferiore di infiammabilità (Lower Flammability Limit).

**MAGNITUDO:** entità delle conseguenze associabili ad un dato scenario di incidente.

**RAPPORTO DI SICUREZZA (RdS):** Documento richiesto dal D.P.R. 175/88 e dal D.P.C.M. 31/3/89 contenente l'insieme di informazioni e dati sull'attività o l'azienda che permettono di avere il quadro preciso dei rischi connessi alla stessa attività.

**REAZIONI RUNAWAY:** reazioni chimiche esotermiche che, in particolari condizioni e se incontrollate, possono evolvere in tempi brevissimi (da millisecondi a qualche secondo) con effetti esplosivi e con decomposizione dei reagenti.

**RILASCIO:** fuoriuscita rilevante di sostanze pericolose allo stato di vapore, liquido o gas; nel caso di sostanze infiammabili si intende la sola fase di fuoriuscita, non le fasi o l'evoluzione successiva che possono consistere in incendio o esplosione o dispersione, a seconda delle circostanze.

**RISCHIO:** probabilità che un determinato evento si verifichi in un dato periodo o in circostanze specifiche (dir. 96/82/CE).

**RISCHIO INDIVIDUALE:** rischio, riferito ad un determinato effetto (di letalità, di ospedalizzazione, di danno economico, ecc.), cui è soggetto l'individuo appartenente ad una data frazione della popolazione.



**RISCHIO SOCIALE:** rischio, riferito ad un determinato effetto (di letalità, di ospedalizzazione, di danno economico, ecc.), cui è soggetto simultaneamente un dato gruppo o numero di persone di una specifica popolazione.

**SCENARIO** di incidente: insieme degli elementi, parametri e variabili numeriche che permettono di definire l'evoluzione di un incidente. L'ipotesi incidentale individua l'evento di origine (una rottura, una sovrappressione, una tracimazione, ecc.) mentre lo scenario si compone anche delle indicazioni relative alla consistenza del rilascio, al luogo, alle caratteristiche del terreno o pavimentazione, alla configurazione orografica, alle condizioni atmosferiche, ecc. potendosi esemplificare in un flash-fire piuttosto che in un fire-ball o in una dispersione per effetto della velocità di efflusso piuttosto che in una diluizione dell'inquinante per effetto della turbolenza dell'atmosfera.

**SCOPPIO:** si riferisce al cedimento di un recipiente o contenitore per effetto di una sovrappressione interna.

**SOGLIE DI RISCHIO:** espressione numerica di grandezze fisiche, quali sovrappressione, irraggiamento, concentrazione, che sono predeterminate sulla base di criteri scientifici al fine di fornire un'indicazione del rischio connesso un dato fenomeno quale esplosione, incendio, emissione o rilascio di sostanza tossica.

La **STABILITÀ ATMOSFERICA** può essere caratterizzata con diversi metodi, fra questi in particolare quelli basati sui metodi empirici, tra cui il più famoso è lo schema di Pasquill, i cui parametri di riferimento sono l'intensità del vento al suolo, la radiazione solare e la copertura del cielo.

**Definizione delle classi di stabilità di Pasquill**

Velocità del vento al suolo (m/s)	Insolazione (W/m <sup>2</sup> )			Stato del cielo notturno	
	forte > 700	media 350 – 700	debole < 350	copertura > 4/8	copertura < 4/8
< 2	A	A-B	B		
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

A = INSTABILITÀ FORTE, B = INSTABILITÀ MEDIA, C = INSTABILITÀ DEBOLE,  
D = NEUTRALITÀ, E = STABILITÀ DEBOLE, F = STABILITÀ FORTE

**TOP EVENT:** corrisponde all'evento da cui si origina il rischio (anche definito incidente) e viene individuato mediante la tecnica dell'albero di guasto.

**UVCE** (Unconfined Vapour Cloud Explosion): esplosione di una nube di vapori o gas infiammabili in luogo o spazio aperto o anche solo parzialmente confinato, cioè ambienti pur vasti o all'aperto che presentano comunque un certo grado di confinamento per la presenza di ostacoli, strutture, fabbricati circostanti, apparecchi, ecc. i quali possono generare picchi localizzati di sovrappressione.

**VCE** (Vapour Cloud Explosion): esplosione di una nuvola di vapori o gas infiammabili in luogo chiuso o confinato, definita anche **Esplosione confinata** perché lo sviluppo di energia avviene all'interno di un ambiente delimitato o di un recipiente, con impedimento alla libera propagazione della sovrappressione.

### 3.3 Rischio da trasporto di materie pericolose

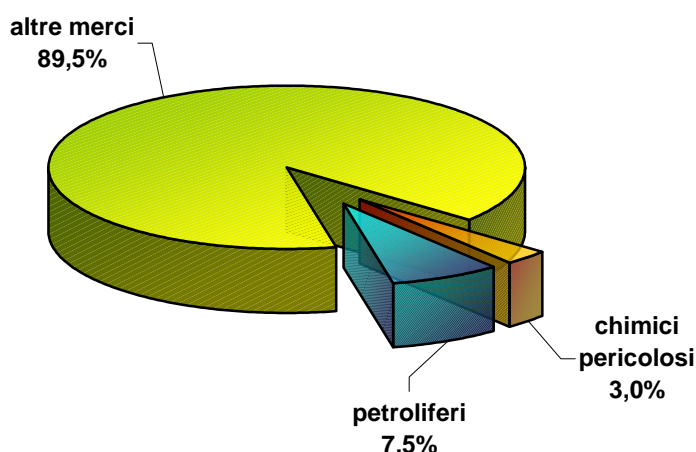
#### 3.3.1 Introduzione

Attualmente non esiste una normativa per quanto riguarda il trasporto di materie pericolose; i tentativi di regolamentazione hanno assoggettato gli interporti e gli scali ferroviari alla Direttiva Seveso (D.Lgs n. 334/99 e s.m. e i.). A livello europeo, si è cercato poi di puntare su una più corretta gestione della difficile questione sicurezza nell'ambito dei trasporti (Direttiva 96/35/CE), ma non si è mai arrivati a prevedere un'effettiva analisi del rischio per le attività di trasporto. Le motivazioni possono essere identificate nell'estrema variabilità del contesto e delle modalità in cui quest'attività si realizza, dal numero considerevole di trasporti effettuati giornalmente, nel carattere trans-nazionale degli stessi.

Anche per questi motivi, la maggior parte delle volte, le informazioni reperite risultano essere scarse e frammentarie. Un altro aspetto riguarda la qualità dei dati raccolti, intesa come affidabilità degli stessi; una qualità elevata risulta di fondamentale importanza durante l'attività di valutazione del rischio poiché il procedimento prevede spesso di effettuare delle estrapolazioni da una quantità esigua di dati.

Uno studio condotto al Centro Comune di Ricerca di Ispra mostra che spesso i dati storici relativi agli incidenti avvenuti durante il trasporto di prodotti chimici pericolosi sono poco affidabili. Da questa ricerca, che ha preso in esame alcuni incidenti riportati da diverse fonti autorevoli, è emerso che mentre le informazioni relative alla data e al luogo dell'incidente sono di "alta qualità", ossia mostrano una elevata corrispondenza, e quelle sulla modalità di accadimento e sul numero di morti sono di "media qualità", quelle riguardanti il nome e la quantità della sostanza coinvolta sono di "bassa qualità" e quindi troppo spesso non concordanti.

In Italia si stima che i prodotti petroliferi costituiscano circa il 7,5% del totale delle merci trasportate su strada, mentre i prodotti chimici pericolosi movimentati sono circa il 3% del totale. I prodotti infiammabili (liquidi o gas) risultano essere le sostanze più trasportate in assoluto. La situazione è illustrata nel grafico di Figura 17.



**Figura 17** - incidenza merci pericolose sul totale delle merci trasportate su strada in Italia  
Fonte: Bertelle A. Haasstrup P., Trasporto di merci pericolose (Cineas CCr, Il Sole 24 Ore Libri) 1996

Il trasporto su gomma di merci pericolose risulta essere quindi una realtà piuttosto sottovalutata sia in termini di entità che in termini di incidentalità: allo stato attuale anche se

il 52% delle sostanze pericolose viaggia su strada, non esiste ancora un concreto monitoraggio quantitativo o qualitativo dell'attività e soprattutto non esistono in questo settore valutazioni di rischio o analisi di sicurezza mirate così come sono invece per le installazioni fisse.

Eppure alcuni studi hanno dimostrato che l'entità del rischio da trasporto di merci pericolose è paragonabile a quello relativo agli impianti fissi; in Europa gli incidenti che avvengono durante il trasporto di prodotti chimici rappresentano un terzo degli incidenti che coinvolgono prodotti chimici in generale e sono responsabili per un terzo della perdita di vite umane.

La gravità degli incidenti nel trasporto risulta, inoltre, più difficilmente controllabile. Ciò è evidente considerando che:

- il sistema trasporti risulta essere non “confinato” all'interno di una ben definita area,
- il veicolo è in continuo movimento e si sposta nell'ambito di un sistema (la strada) in cui gli stessi parametri caratteristici cambiano in continuazione;
- sulla strada possono verificarsi interferenze con l'esterno, non c'è un controllo dettagliato sugli accessi e sulla localizzazione.

Ne risulta quindi un sistema complesso e vulnerabile, in cui concorrono diverse problematiche: quelle connesse all'affidabilità del sistema veicolo (avaria degli apparati, rottura dei componenti) e quelle della sicurezza stradale.

### 3.3.2 Classificazione delle materie pericolose

Una definizione di sostanze pericolose riscontrata più volte in letteratura e ritenuta valida da molti autori è la seguente: per materie pericolose si intendono quelle sostanze solide, liquide o gassose che per la loro particolare natura fisico-chimica sono in grado di produrre danni alle persone, alle cose e all'ambiente.

Per il presente studio è stata adottata la classificazione delle merci pericolose definite dall'A.D.R. (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route), l'accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose. Si fa presente che, rispetto alla direttiva 2001/7/CE cui fa riferimento lo studio riportato, di recente è stata redatta una nuova direttiva (2006/89/CE recepita da D.M. 3/1/2007) ad aggiornamento della 94/55/CE. Ai fini del presente studio, le modifiche apportate non sono da considerarsi rilevanti.

L'A.D.R. suddivide tali sostanze in varie classi, di seguito riportate, a seconda del tipo di pericolo da esse presentato:

- **Classe 1 Materie ed oggetti esplosivi.** Si considera esplosiva la materia che, per reazione chimica, può emettere gas ad una temperatura, ad una pressione e ad una velocità tali da produrre danni all'ambiente circostante.
- **Classe 2 Gas compressi, liquefatti o disciolti sotto pressione.** Queste sono sostanze che hanno una temperatura critica inferiore a 50°C, oppure che a 50°C hanno una tensione di vapore superiore a 300 kPa (3 bar).
- **Classe 3 Materie liquide infiammabili.** Appartengono quelle sostanze che sono liquide o viscosi ad una temperatura non superiore ai 15°C, che hanno una tensione di vapore massima a 50°C di 300 kPa (3 bar) e un punto di infiammabilità fino a 100°C. In funzione del valore di questo ultimo parametro si identificano tre gruppi di diversa pericolosità.
- **Classe 4.1 Materie solide infiammabili.** In questo caso viene fornito un elenco delle sostanze e non un criterio di appartenenza (es. zolfo, gomma, naftalina).
- **Classe 4.2 Materie soggette ad accensione spontanea.** In questo caso viene fornito un elenco delle sostanze e non un criterio di appartenenza (es. fosforo e suoi composti, composti organometallici).

- **Classe 4.3 Materie che a contatto con l'acqua sviluppano gas infiammabili.** In questo caso viene fornito un elenco delle sostanze e non un criterio di appartenenza (metalli alcalini, polvere o trucioli di alluminio, di zinco, carburo di calcio, di alluminio).
- **Classe 5.1 Materie comburenti.** In questo caso viene fornito un elenco delle sostanze e non un criterio di appartenenza (es. perossido d'idrogeno stabilizzato, diserbanti inorganici contenenti clorati, cloriti di sodio e di potassio, concimi con nitrato di ammonio).
- **Classe 5.2 Perossidi organici.** In questo caso viene fornito un elenco delle sostanze e non un criterio di appartenenza.
- **Classe 6.1 Materie tossiche.** I parametri che distinguono le varie sostanze in base al loro grado di tossicità (molto tossiche, tossiche e nocive) sono la LD50 (LD = Letal dose) per ingestione e assorbimento cutaneo e di LC50 (LC = Letal concentration) per ingestione nel ratto.
- **Classe 6.2 Materie ripugnanti o suscettibili di produrre infezioni.** In questo caso viene fornito un elenco delle sostanze e non un criterio di appartenenza (es. pelli fresche, pezzi anatomici di animali, letame).
- **Classe 7 Materie radioattive.** Rientrano i materiali con attività specifica superiore a 0,002 microcurie per grammo.
- **Classe 8 Materie corrosive.** Vi appartengono quelle sostanze che, per la loro azione chimica, attaccano i tessuti epiteliali della pelle, delle mucose o degli occhi con le quali esse vengono a contatto o che, in caso di dispersione, possono causare danni ad altre merci o ai mezzi di trasporto; sono comprese anche le sostanze che formano un composto liquido corrosivo in presenza di acqua o vapori o nebbie corrosivi in presenza di umidità. Si suddividono in molto corrosive, corrosive, poco corrosive.
- **Classe 9 Materie ed oggetti pericolosi vari.** Rientrano in genere soluzioni e miscele (es. preparati, rifiuti) che non compaiono nelle classi precedenti

Si ritiene opportuno segnalare alcuni requisiti specifici riportati nella normativa A.D.R.

Le classi 1 e 7 sono "classi limitative" ossia solo i prodotti espressamente citati negli elenchi dell'A.D.R. possono essere trasportati rispettando determinate condizioni, mentre per quelli non citati è vietato il trasporto su strada. Per i prodotti appartenenti alle altre classi ("classi non limitative") non nominati singolarmente:

- se, considerato il loro pericolo, risultano riconducibili in gruppi o sottogruppi collettivi, è consentito il trasporto su strada a determinate condizioni;
- se non risultano riconducibili in gruppi o sottogruppi collettivi, è consentito il trasporto su strada senza speciali condizioni in quanto non sono considerati pericolosi.

Le materie per le quali è ammesso il trasporto in cisterne, regolamentato da specifiche norme, sono quelle appartenenti alle classi 2, 3, 4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 5.2, 6.1, 8 e 9.

### 3.3.3 Modello teorico per l'analisi del rischio

La Provincia di Venezia-Servizio Protezione Civile sta redigendo uno studio relativo al trasporto di merci pericolose in collaborazione con l'Università degli Studi di Padova - Dipartimento di Ingegneria Chimica. Nel 2006 è stato sottoscritto il protocollo d'intesa nell'ambito del quale l'Università ha messo a disposizione un nuovo modello di calcolo per il rischio da trasporto. La durata prevista per lo studio è di tre anni, attualmente si sta procedendo nella raccolta dei dati relativi alle sostanze pericolose movimentate. Di

conseguenza, al momento non sono disponibili i risultati finali dello studio in termini di ricomposizione del rischio. Si è scelto quindi di riportare nel seguito il precedente studio sul trasporto di merci pericolose.

In riferimento allo studio in atto, vengono riportati solo i dati di traffico e le frequenze incidentali unitarie calcolate dividendo la frequenza di incidenti giornaliera per il numero di veicoli al giorno e la lunghezza del tratto stradale, (Tabella 9 e Tabella 10), (le fonti sono l'Acì, per quanto riguarda i dati di incidentalità e di lunghezza delle strade, e il Settore Trasporti della Provincia di Venezia, per i dati relativi al traffico).

STRADA	veicoli/giorno	incidenti/giorno	lunghezza (km)
A4 (MI-VE)	90075	35	18.2
A4 (VE-TS)	49746	65	48.7
A27 (VE-BL) nord	34609	0	0.7
A27 (VE-BL) sud	34609	0	6.1
A28 (Portogruaro-Conegliano)	22000	1	6.2
SS309 (Romea)	20000	19	39.9
SS516	8533	0	12.8
SS11 (Padana Superiore)	29673	8	31.8
SS515	15132	3	23
SS245 (Castellana)	11014	0	16.6
SS13 (Pontebbana)	28327	1	7.4
SS53 (Postumia)	7500	2	15
SS14	18995	13	79.3
SS251	26238	0	10.8
SS463	11033	0	8.3

**Tabella 9** - Dati di traffico 2004.

STRADA	Frequenza incidentale unitaria
A4 (MI-VE)	2.25363E-07
A4 (VE-TS)	1.41627E-07
A27 (VE-BL) nord	2.79895E-08
A27 (VE-BL) sud	1.2945E-08
A28 (portogruaro-conegliano)	1.40501E-07
SS309 (Romea)	2.72076E-07
SS516	2.50717E-07
SS11 (Padana Superiore)	1.2191E-07
SS515	1.10226E-07
SS245 (Castellana)	1.12539E-07
SS13 (Pontebbana)	8.1622E-08
SS53 (Postumia)	1.88615E-07
SS14	1.04079E-07
SS251	3.61115E-08
SS463	6.73159E-08

**Tabella 10** - Frequenze incidentali unitarie relative ai dati del 2004 (esprese in n°incidenti/veicolo-km).

Di seguito vengono riportati i risultati dello studio precedente rispetto a quello in corso. Un approfondimento sui metodi applicati per l'analisi del rischio è riportato in Appendice 8. Il termine "rischio" è associato ai concetti di incertezza e danno, a seconda del contesto in cui viene utilizzato; ne consegue che una definizione generale può essere "probabilità di danno". Le fonti di rischio per l'uomo e per l'ambiente si possono ricondurre ai fenomeni naturali e agli eventi connessi all'attività antropica. Questi ultimi possono essere a loro volta distinti in altre tipologie considerando:

- l'intervallo di tempo nel quale si verifica l'evento (rischi accidentali o gradual),

- l'arco di tempo entro il quale si riscontrano gli effetti (rischi immediati o differiti),
- i soggetti e i beni esposti (rischi individuali o collettivi),
- l'atteggiamento dei soggetti esposti (rischi volontari e involontari).

Considerando i dati sul traffico e i dati incidentali, forniti dalla Provincia di Venezia e dalle società Autostrade di Venezia e Padova Spa e Autovie Venete Spa., si può costruire la seguente tabella:

	Veic. tot / anno	Veic. > 35 q / anno	Incidenti tot / anno	Lungh. totale
<b>Autostrade</b>	15.876.090	4.800.000	992	116
<b>S. Statali</b>	129.458.200	20.394.375	678	427
<b>S. Provinciali</b>	300.020.510	61.045.155	366	277

**Tabella 11** – Dati di traffico 2001

Le frequenze attese medie calcolate<sup>14</sup> di incidente per ogni tipo di strada sono:

	<b>F (occasioni / TSP*Km)</b>
<b>Autostrade</b>	1,08 e <sup>-7</sup>
<b>S. Statali</b>	4,6 e <sup>-9</sup>
<b>S. Provinciali</b>	1,32 e <sup>-9</sup>

**Tabella 12** – Frequenze medie di incidente

Globalmente la frequenza attesa di incidente risulta pari a:

$$F = 1.796 e^{-8} \text{ occasioni / TSP*Km}$$

La frequenza attesa media di incidente per singolo tragitto è stata calcolata moltiplicando F per la lunghezza e per il numero di transiti annuali relativi al tragitto.

### 3.3.3.1 Analisi delle conseguenze di un incidente da trasporto

L'analisi è stata finalizzata all'individuazione dei casi incidentali più frequenti, che dipendono sia dalla tipologia di merci movimentate che dalla modalità di trasporto (autobotti, autocisterne, ferrocisterne carrellate, autotreni ecc.).

Il lavoro è consistito essenzialmente di due fasi:

- Identificazione delle sostanze di riferimento (rappresentative di tutte le altre appartenenti alla stessa tipologia)
- Valutazione delle ipotesi incidentali e stima delle conseguenze attese per ogni scenario individuato

#### 3.3.3.1.1 Identificazione sostanze di riferimento e casi tipici

Si sono preliminarmente individuate le tipologie di sostanze che vengono trasportate nell'ambito del territorio della provincia di Venezia. La suddivisione si è basata essenzialmente sulla classificazione di legge delle sostanze pericolose in base alla normativa sui trasporti, distinguendo le sostanze in tossiche, infiammabili, corrosive, comburenti ecc. e

<sup>14</sup> Per l'approfondimento dei modelli di analisi applicati si rimanda all'Appendice 8.

individuando quindi le classi di sostanze più pericolose, i cui effetti, in caso di rilascio a seguito di incidente stradale, potessero essere rappresentativi di quelli derivanti da incidenti riferiti a tutte le altre classi di sostanze trasportate su strada.

Tale criterio ha portato ad individuare sostanzialmente due classi o tipologie di sostanze, quelle infiammabili (in fase gassosa liquefatta e in fase liquida) e quelle tossiche (anch'esse trasportate in fase gassosa liquefatta o in fase liquida): si è infine proceduto a scegliere alcune sostanze rappresentative di ogni classe, al fine di condurre le simulazioni evitando ripetizioni. In definitiva, i casi di studio si sono ridotti a 3, come risulta dalla seguente tabella:

CASO – TIPOLOGIA SOSTANZA	MEZZO DI TRASPORTO SU STRADA	SOSTANZE DI RIFERIMENTO
1. gas infiammabili (liquefatti)	Autobotte o botticella	GPL
2. liquidi infiammabili	Autocisterna	Benzina
3. liquidi tossici	Autobotte	Oleum, ammoniacca

**Tabella 13** - I casi di studio più rappresentativi

È importante notare che nella scelta delle sostanze “tipiche”, oltre che della pericolosità intrinseca delle sostanze stesse, si è cercato di tener conto anche della frequenza con cui esse vengono trasportate sulle strade; sono state quindi privilegiate quelle maggiormente presenti nel traffico merci della provincia di Venezia.

### 3.3.3.1.2 Identificazione delle ipotesi incidentali

L'identificazione delle ipotesi incidentali di riferimento è stata effettuata sulla scorta di un criterio di credibilità, o di ragionevolezza, dei possibili scenari incidentali conseguenti ad un incidente stradale che veda coinvolto un automezzo che trasporti sostanze pericolose.

La scelta è stata supportata da un'indagine basata su una rassegna di casi storici tratti da banche dati internazionali.

Nonostante l'incompletezza di alcune serie di dati, è stato possibile condurre un'analisi finalizzata all'identificazione del tipo di rottura (**catastrofica, significativa o minore**) dei mezzi coinvolti in incidenti, allo scopo di valutare i termini sorgente per i modelli di simulazione.

Dall'esame dei case-histories selezionati, traspare che la rottura catastrofica sembra limitarsi ad un numero molto ristretto di casi ed è legata a condizioni particolari (rottura per età, cadute da cavalcavia o strade sopraelevate ecc.). Più frequenti sono i danni minori (sono registrati anche vari casi in cui non vi è stato alcun danno a seguito dell'incidente) e le rotture significative, con rilascio del prodotto nell'arco di tempo che va da alcuni minuti fino ad un'ora o più.

Le conseguenze finali dipendono dall'evoluzione dello scenario e dalla sostanza coinvolta (nel caso di gas o liquidi infiammabili, l'innesco della perdita si è verificato con una certa frequenza).

Per quel che riguarda i recipienti per il **trasporto di gas infiammabili** in pressione (botticelle e bilici, con volumi variabili dai 20 ai 50 m<sup>3</sup>), caratterizzati da spessori delle lamiere dell'ordine dei 10 mm, si è riscontrato che le rotture sono dovute essenzialmente all'urto di parti sporgenti (valvole o bocchelli) contro un ostacolo fisso a seguito ad es. di ribaltamento. Per lo studio, quindi, si è fatto riferimento ad autobotti di non recente costruzione, poiché quelle più moderne sono tutte dotate di coperchio a protezione dei gruppi valvolari; si è ipotizzata una rottura a seguito di incidente con **foro equivalente pari a 50 mm**, dovuta ad esempio a urto con conseguente distacco di connessioni sporgenti dal mantello. Tale scenario

ricomprende anche quello, meno verosimile, riguardante anche le autobotti di più recente costruzione, che ipotizza la rottura del mantello per collisione con oggetti appuntiti e penetrazione nella lamiera.

Riferendosi al **trasporto di liquidi infiammabili** mediante autocisterna (volumi compresi tra 20 e 40 m<sup>3</sup>), l'analisi storica evidenzia che non sono da escludersi rotture di dimensioni maggiori di quelle considerate per i gas infiammabili: le autocisterne, che non sono progettate per il trasporto in pressione, hanno spessori delle lamiere variabili dai 3 ai 4 mm e sono registrati casi in cui a seguito di collisione si sono avute rotture significative (squarcio della lamiera). È comunque importante sottolineare che le cisterne sono divise in compartimenti (da 5 a 10 taniche), per cui alla rottura di una parte della lamiera può venire associato lo svuotamento di 1 o 2 taniche al massimo: rotture maggiori rientrerebbero nell'ambito degli scenari catastrofici che l'analisi storica appare collocare nel novero degli eventi improbabili. Sulla scorta di questi ragionamenti, si è stimato un foro, a seguito di rottura, con **diametro equivalente pari a 100 mm**.

Infine, con riguardo al **trasporto di liquidi tossici** (volumi dell'ordine dei 18-25 m<sup>3</sup>), è necessario sottolineare che solitamente i mezzi adibiti a tale scopo sono dotati di roll-bar di protezione in acciaio, sia sulla parte superiore (attacchi e connessioni) che sulle fasce laterali, che consentono di limitare i danni in caso di urto o ribaltamento. In virtù della protezione offerta dalle barre, si è ipotizzato un foro, a seguito di rottura, con **diametro equivalente pari a 25 mm per l'oleum e 5 mm per l'ammoniaca**.

Riassumendo, le dimensioni dei fori equivalenti che si ipotizzano a seguito di rottura per urto o ribaltamento dei vari mezzi stradali sono riportati nella seguente tabella:

Caso	Mezzo e sostanza coinvolti	diametro equivalente rottura
1a	autobotte 50 m <sup>3</sup> gas infiammabili (rif. GPL)	0,05 m
1b	botticella 25 m <sup>3</sup> gas infiammabili (rif. GPL)	0,05 m
2	autobotte liquidi infiammabili (rif. benzina)	0,1 m
3a	autobotte liquidi tossici (rif. oleum)	0,025 m
3b	ferrocisterna liquidi tossici (rif. ammoniaca)	0,005 m

**Tabella 14** – Diametri di rottura ipotizzati

### 3.3.3.1.3 Criteri e soglie di riferimento per la determinazione delle aree di interesse

Le conseguenze degli incidenti rilevanti vengono in genere visualizzate per mezzo di aree di interesse, che possono avere varie forme in pianta (un ellissoide, un arco di cerchio, un cerchio, ecc.). L'estensione di tali zone è espressa come la distanza, misurata rispetto al punto ove si verifica l'incidente, alla quale viene registrato un determinato valore (soglia) di concentrazione o di energia.

Considerando che si tratta della rappresentazione più cautelativa per eccesso, si definiscono solitamente zone di forma circolare, con centro sul luogo ipotizzato dell'incidente e raggio pari alla distanza relativa alla soglia di danno predefinita.

I riferimenti per la definizione delle zone di danno sono stati scelti tenendo conto delle indicazioni fornite dalle Linee Guida per la PIANIFICAZIONE DI EMERGENZA ESTERNA PER IMPIANTI INDUSTRIALI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE (*Presidenza del Consiglio dei Ministri - Roma, 18/1/1994*), sulla base dei valori raccomandati o utilizzati da altre fonti ed istituzioni nazionali e internazionali (*ISPESL - DIPIA, Rapporto Rijnmond, Battelle-Institut E.V., AIChE, TNO, F.P. LEES - Loss Prevention in the Process Industries, Norme API RP521, Report SRD-HSE, ecc.*) e, dove applicabile, quanto indicato dal Ministero dell'Ambiente con



il D.M. 15/5/1996 (*Criteria di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto*).

Le soglie di danno e i rispettivi valori di concentrazione o energia adottati allo scopo di definire l'entità delle possibili conseguenze e l'estensione delle zone interessate da tali conseguenze, sono riportate nella tabella seguente:

Fenomeno fisico	Soglia 1 (elevata probabilità di letalità)	Soglia 2 (danni gravi a popolazione sana)
Esplosioni UVCE	0,6 bar (0,3 bar)	0,07 bar
BLEVE (sovrapressione)	0,6 bar (0,3 bar)	0,07 bar
Fireball	Raggio	250 kJ/m <sup>2</sup>
Incendio (pool-fire e jet-fire)	12,5 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>
Flash-fire	LFL	½ LFL
Dispersione tossici	LC50 <sub>30'</sub>	IDLH

**Tabella 15** – Soglie di danno di riferimento

I valori di concentrazione da correlare alla soglia **LC50** sono stati determinati per ciascuna sostanza utilizzando una funzione matematica di **probit** (probability unit), mediante la quale è possibile calcolare, con ragionevoli limiti di confidenza, la concentrazione corrispondente ad una determinata probabilità di danno (nella fattispecie la concentrazione letale per il 50 % degli esposti).

Di seguito sono riassunti i valori corrispondenti alle soglie di interesse, per ciascuna sostanza tossica considerata e per tempi di esposizione di 30 minuti:

sostanza	LC50 <sub>30'</sub> ppm	IDLH ppm
oleum (anidride solforica)	123	3,7
ammoniaca	11525	520

**Tabella 16** – Soglie di concentrazione di oleum e ammoniaca

Nella (Tabella 23) al successivo paragrafo 3.3.5 si riporta l'estensione delle zone di danno corrispondenti alle soglie citate, riferite al tempo di esposizione di 30 minuti.

### 3.3.4 Modelli di calcolo per la simulazione degli scenari incidentali

Per la stima delle conseguenze sono stati utilizzati i modelli **STAR** (Safety Techniques for Assessment of Risk), recensiti dall'**OCSE** (Organizzazione mondiale per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) e da altre Istituzioni, come si evince dalla documentazione riportata in allegato, che contiene anche la bibliografia da cui sono stati tratti i modelli di calcolo.

In particolare, il calcolo della portata viene eseguito per flussi liquidi e gassosi con l'equazione di Bernoulli ed adottando un coefficiente di efflusso di 0,61.

Nel caso di rilasci bifase si adottano le equazioni del modello HEM (Fauske & Epstein 1987) riportate anche nei testi AICHE e DIERS e convalidate sulla base delle indicazioni fornite dal HSE (Health and Safety Executive – UK) per flussi bifase di propano e butano.

Per lo studio della dispersione di gas o vapori con densità maggiore dell'aria sono utilizzati due modelli:

- il primo, di tipo box, tratto dalla teoria del SRD (Safety and Reliability Directorate - UKAEA) pubblicata ed adottata per analoghi modelli (DENZ per rilasci istantanei, CRUNCH per rilasci continui), si applica nel caso di aerosol a seguito di flusso bifase o di rilasci di gas liquefatti che comportano flash.

- il secondo, non gaussiano, è tratto dalla teoria che supporta anche i modelli HEGADAS (Shell-API) e DEGADIS (US Coast Guard) e viene applicato per la dispersione di vapori emessi da pozze di liquidi evaporanti.

In considerazione delle caratteristiche delle sostanze coinvolte la scelta della simulazione istantanea o continua viene fatta sulla base della durata della fuoriuscita: con tempi inferiori a 4÷5 minuti si usano modelli istantanei, con tempi maggiori modelli continui.

L'eventuale evaporazione da pozza viene simulata con un modello che incorpora le equazioni del TNO e del modello SRD (SPILL) e calcola anche l'eventuale flash isoentalpico.

Per rilasci di gas ad alta velocità (con numero di Reynolds > 20000) si usa il modello jet di Ooms.

Per la valutazione dell'irraggiamento da pozze o serbatoi viene usato un modello basato sulle equazioni del SRD che tiene conto anche dell'eventuale formazione di fumo, mentre in caso di jet-fire o torce la simulazione si esegue con le equazioni di calcolo delle norme API.

Le ipotesi di esplosione di nubi di gas infiammabili vengono simulate con il modello UVCE che utilizza le equazioni del TNO, mentre per esplosioni o scoppi all'interno di recipienti si usa un modello ricavato dalla teoria pubblicata dalla US-NASA e sviluppata dal SwRI - Texas.

### 3.3.4.1 Condizioni meteorologiche adottate per le simulazioni

Le condizioni meteorologiche assunte per le simulazioni sono le seguenti:

classe di stabilità	velocità del vento	umidità dell'aria	irraggiamento solare	temperatura media
F	2 m/s	70%	0,85 kW/m <sup>2</sup>	20°C
D	5 m/s	70%	0,85 kW/m <sup>2</sup>	20°C

Tabella 17 – Parametri meteorologici assunti per la simulazione

La scelta si è basata sulle indicazioni riportate nelle Linee Guida della Presidenza del Consiglio dei Ministri e nel D.M. Ambiente 15/05/1996 succitate.

Per tenere conto della conformazione orografica del sito, è stato inserito un valore del parametro di rugosità medio (0,6 m), senza considerare eventuali ostacoli o fabbricati che possono influenzare la dispersione di gas o vapori.

Il significato di alcuni termini tecnici è riportata nel glossario del Rischio Industriale (paragrafo 3.2.5).

### 3.3.4.2 Criteri di scelta degli scenari simulati

Per i casi trattati, si è considerato che la perdita perduri per circa mezz'ora (coerentemente con il tempo di esposizione assunto per il rilascio di tossici) prima che essa subisca una riduzione sostanziale, per intervento dell'autista del mezzo o delle squadre di emergenza o per raggiungimento della superficie massima evaporante (nel caso di pozze di gas liquefatti o liquidi a seguito di rilascio per rottura significativa).

La stima delle conseguenze è basata sulla simulazione di scenari che rappresentano fenomeni fisici diversi (flusso bifase, evaporazione, flash-fire, pool-fire, BLEVE); il verificarsi di codesti scenari nella realtà dipende da varie condizioni, quali la presenza e l'intervento di sistemi passivi o attivi di protezione, condizioni chimico-fisiche e termodinamiche che caratterizzano il rilascio, orografia e conformazione del sito ecc.

Per la presente analisi, a favore della sicurezza, si sono ipotizzati gli scenari più gravosi sotto il profilo delle conseguenze attese, valutandone la credibilità sulla base dell'analisi storica e dell'esperienza in casi analoghi.

I casi tipici esaminati, con la sintesi delle conseguenze attese per ciascuna sostanza considerata, sono riassunti nella Tabella 23, riportata al termine del paragrafo 3.3.5.

### 3.3.4.3 Stima delle conseguenze

Vengono di seguito elencati e analizzati in dettaglio tutti i casi individuati e gli scenari conseguenti all'evoluzione degli incidenti ipotizzati, con le distanze di danno relative.

#### **Caso 1: Rilascio da autobotte (caso 1a) o botticella (caso 1b) di gas infiammabile liquefatto**

##### **Caso 1a: rilascio da autobotte (50 m<sup>3</sup> – 20 t) contenente GPL**

Si ipotizza cautelativamente una rottura al di sotto del livello della fase liquida, sul mantello della cisterna o su connessione saldata o flangiata in prossimità del mantello stesso, con diametro equivalente pari a 50 mm, conseguente fuoriuscita di gas liquefatto (senza l'instaurarsi di flusso bifase) e formazione di pozza evaporante. Gli scenari che possono verificarsi possono essere individuati come segue:

- BLEVE e Fireball, nel caso di "flame-engulfment<sup>15</sup>" o "jet-impingement" della cisterna a seguito di innesco immediato della perdita (per tempi >10 min di esposizione alle fiamme);
- Flash fire, in caso di innesco immediato o quasi della nube di vapori, senza apprezzabili effetti di sovrappressione;
- UVCE, nel caso di innesco ritardato della perdita (è necessario che fuoriesca o si accumuli una massa di miscela infiammabile tale da fornire energia sufficiente e possibilità di accelerazione della fiamma, in modo da generare quelli che sono comunemente definiti come "effetti esplosivi");
- Jet-fire nel caso di perdita innescata in fase gas.

I risultati delle simulazioni sono riportati nella tabella seguente, dalla quale si evince che lo scenario più gravoso sotto il profilo delle distanze di danno è rappresentato dal BLEVE e successivo fire-ball per quanto riguarda la 2<sup>a</sup> soglia (danni gravi a popolazione sana), mentre per la 1<sup>a</sup> soglia la distanza maggiore è relativa al flash-fire.

Fenomeno fisico	Soglia 1 (elevata probabilità di letalità)	Soglia 2 (danni gravi a popolazione sana)
BLEVE (sovrappressione)	10 m (20 m)	60 m
Fireball	75 m	150 m
UVCE [F/2]	n.r. (70 m)	125 m
Flash fire [F/2]	82 m	125 m
Flash fire [D/5]	35 m	65 m
Jet-fire [F/2]	8 m	16 m
Jet-fire [D/5]	10 m	17 m

n.r.=non raggiunto

**Tabella 18** – Distanze di danno per il rilascio di GPL

##### **Caso 1b: Rilascio da botticella (25 m<sup>3</sup> – 10 t) contenente GPL**

Valgono le stesse considerazioni del caso precedente, l'unica differenza sta nella quantità totale di GPL coinvolta che passa da circa 20 t a circa 10 t.

<sup>15</sup> Le definizioni sono riportate nel glossario del Rischio Industriale

I risultati sono riportati nella seguente tabella:

Fenomeno fisico	Soglia 1 (elevata probabilità di letalità)	Soglia 2 (danni gravi a popolazione sana)
BLEVE (sovrapressione)	5 m (10 m)	40 m
Fireball	60 m	125 m
UVCE [F/2]	n.r. (65 m)	120 m
Flash fire [F/2]	78 m	115 m
Flash fire [D/5]	34 m	65 m
Jet-fire [F/2]	8 m	16 m
Jet-fire [D/5]	10 m	17 m

n.r.=non raggiunto

**Tabella 19** – Distanze di danno per il rilascio di GPL

### **Caso 2: Rilascio da autocisterna di liquido infiammabile (benzina)**

Il presente caso simula il verificarsi di una rottura su autocisterna di benzina: il foro equivalente assunto è pari a 100 mm. La particolare conformazione delle autocisterne di questo tipo (suddivisione in 5, 6, 7, o più taniche separate da setti), consente di ipotizzare, cautelativamente, la rottura di due taniche (nel caso in cui il foro sia posizionato proprio all'altezza del setto divisorio), per un totale di circa 10 t di prodotto rilasciato. Il liquido viene supposto spandersi occupando tutta la carreggiata della strada (circa 12 m nel caso di una autostrada) per una lunghezza che è funzione dello spessore minimo raggiungibile dalla pozza (dipendente dalla rugosità e conformazione del terreno). Ipotizzando uno spessore medio di circa 2 cm, la pozza si estende per circa 50 m in lunghezza.

Gli scenari conseguenti sono due: l'incendio della pozza (pool-fire) dopo un certo periodo di tempo, sufficiente a che la cisterna si svuoti, oppure incendio quasi immediato della pozza con "flame-engulfment" della cisterna e successivo scoppio per sovrapressione (senza BLEVE).

Le distanze di danno per entrambe le ipotesi sono riportate nella tabella che segue:

Fenomeno fisico	Soglia 1 (elevata probabilità di letalità)	Soglia 2 (danni gravi a popolazione sana)
Sovrapressione per scoppio atb	n.r. (5 m)	20 m
Incendio da pozza [F/2]	16 m	40 m
Incendio da pozza [D/5]	18 m	38 m

n.r.=non raggiunto

**Tabella 20** – Distanze di danno per il rilascio di benzina

### **Caso 3: Rilascio da autobotte (caso 3a) o ferrocisterna (caso 3b) di liquido tossico.**

#### **Caso 3a: rilascio da autobotte di Oleum 22 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 105%)**

Si ipotizza una rottura sulla cisterna con diametro equivalente pari a 25 mm. La portata di efflusso risulta di poco superiore ai 3 kg/s, mediata nell'arco di mezz'ora circa, dopo di che si ipotizza l'intervento degli operatori o comunque una riduzione sostanziale della perdita o un confinamento della pozza evaporante.

In mezz'ora fuoriescono circa 10 t di prodotto, che spandendosi sul terreno possono formare una pozza estesa per circa 150 m<sup>2</sup>. Sulla base della tensione di vapore dell'oleum 22, la portata di evaporazione da pozza risulta di 0,013 kg/s nella condizione F/2 e di 0,026 kg/s nella condizione D/5; tali dati, congiuntamente ai termini sorgente (altezza e larghezza iniziali della nube di gas che evapora) vengono utilizzati nel modello di dispersione HeGaDAS

(adatto alla simulazione della dispersione di gas/vapori pesanti rilasciati da pozza), che fornisce le distanze di danno di seguito riportate:

Fenomeno fisico	Soglia 1 (elevata probabilità di letalità)	Soglia 2 (danni gravi a popolazione sana)
Dispersione tossici [F/2]	adiacenze pozza (150 m <sup>2</sup> )	335 m
Dispersione tossici [D/5]	adiacenze pozza (150 m <sup>2</sup> )	130 m

**Tabella 21** – Distanze di danno per il rilascio di oleum

### Caso 3b): Rilascio da ferrocisterna di ammoniaca

Si ipotizza una rottura sulla cisterna con diametro equivalente pari a 5 mm. La portata di efflusso risulta pari circa a 0.3 kg/s, della durata di mezz'ora circa.

La fuoriuscita totale è circa di 0,5 t di prodotto, che spandendosi sul terreno forma una pozza di limitata estensione. A causa della bassa tensione di vapore dell'ammoniaca, la portata di evaporazione risulta di 0,23 kg/s, cioè quasi pari alla fuoriuscita di liquido; tali dati, congiuntamente ai termini sorgente (altezza e larghezza iniziali della nube di gas che evapora) vengono utilizzati nel modello di dispersione Denz&Crunch (adatto alla simulazione della dispersione di gas/vapori pesanti rilasciati con flash), che fornisce le distanze di danno di seguito riportate:

Fenomeno fisico	Soglia 1 (elevata probabilità di letalità)	Soglia 2 (danni gravi a popolazione sana)
Dispersione tossici [F/2]	8 m	150 m
Dispersione tossici [D/5]	7 m	50 m

**Tabella 22** – Distanze di danno per il rilascio di ammoniaca

### 3.3.5 Magnitudo: sintesi dei risultati

Utilizzando appositi modelli matematici di calcolo è stata valutata la dimensione delle zone che possono essere interessate dalla presenza di concentrazioni superiori alle soglie predefinite di danno, in caso di incidente ragionevolmente ipotizzabile nelle fasi di trasporto di sostanze pericolose su strada nella provincia di Venezia.

Tali zone che, in genere, sono rappresentate in pianta con un'ellisse o un cono o (a favore della sicurezza) con un cerchio, la cui origine è posta sulla sorgente, sono riferite alle condizioni meteorologiche standardizzate F/2 e D/5.

I valori finali variano anche sensibilmente in base al tipo di scenario considerato: le distanze di danno maggiori associabili agli scenari analizzati sono riassunte nella seguente tabella.

Caso	Mezzo e sostanza coinvolti	1ª SOGLIA (letalità elevata)	2ª SOGLIA (danni gravi)
1°	autobotte 50 m <sup>3</sup> gas infiammabili (rif. GPL)	75/82 m	150 m
1b	botticella 25 m <sup>3</sup> gas infiammabili (rif. GPL)	60/78 m	125 m
2	autobotte liquidi infiammabili (rif. benzina)	18 m	40 m
3°	autobotte liquidi tossici (rif. oleum)	a.p.	335 m
3b	autobotte liquidi tossici (rif. ammoniaca)	8 m	150 m

a.p. = adiacenze pozza

**Tabella 23** – Distanze di danno per gli scenari più gravosi

### 3.3.6 Applicazione del modello

#### 3.3.6.1 Raccolta dei dati in ingresso

##### 3.3.6.1.1 Trasporti di materie pericolose

I dati relativi alle sostanze pericolose trasportate su strada sono stati ottenuti in parte consultando banche dati di altri Enti, in parte raccolti con interviste ai responsabili delle aziende.

Il lavoro ha coinvolto solamente alcune tipologie di aziende tra tutte quelle interessate dal trasporto di merci in regime ADR; la scelta è stata fatta in base a considerazioni su quantità e pericolosità delle sostanze movimentate nonché sull'accessibilità delle informazioni relative, individuando infine le seguenti categorie:

- Industrie soggette a D.Lgs. 334/99 (a rischio di incidente rilevante)
- Depositi di carburanti
- Distributori di carburanti

Tale elenco presenta indubbiamente notevoli lacune; in particolare, tenendo presente le realtà produttive della provincia di Venezia, non considera le vetrerie e calzaturifici che sono notevoli centri di ricezione di sostanze pericolose.

La raccolta di dati relativi a queste aziende, spesso di piccole dimensioni e di livello artigianale, avrebbe però richiesto un notevole impegno di risorse; tenendo inoltre presente che tali realtà movimentano una grande varietà di sostanze in quantitativi piuttosto piccoli, il loro contributo alla valutazione generale dei rischi in termini di pericolo per la popolazione e l'ambiente sarebbe molto ridotto e pertanto ragionevolmente trascurabile.

Il set di informazioni da includere nel censimento è stato definito sulla base del modello teorico di analisi del rischio riportato all'inizio del capitolo. In primo luogo si è provveduto a definire puntualmente il formato dei dati richiesti, in seguito si è creata la struttura del database relazionale destinato ad accoglierli ed organizzarli.

Si è optato per una struttura ad albero su 3 livelli gerarchici:

- **Aziende e sedi** : dati anagrafici dell'azienda e delle sedi operative;
- **Sostanze** : tipi di sostanze e movimentato annuo in entrata ed uscita;
- **Trasporti** : provenienza e destinazione delle varie sostanze, modalità e frequenza di trasporto.

In questo modo è possibile associare ad ogni singola azienda tutti i record relativi alle sostanze movimentate ed a ognuna di queste i relativi tragitti abituali di trasporto.

Alle aziende è stato richiesto di specificare, per ogni sostanza trattata, il movimentato annuo in entrata ed in uscita nonché le modalità di trasporto preferenziali tra le seguenti categorie:

- Autobotte
- Tank-container
- Autoarticolato
- Colli
- Rinfusa

I record relativi ai trasporti contengono invece informazioni quali provenienza, destinazione ed, eventualmente, località intermedia di transito del tragitto abitualmente seguito dalla sostanza; per ognuno di questi si specificano tipo di trasporto e frequenza media (settimanale, mensile o annuale).

### 3.3.6.1.2 Grafo stradale

Parallelamente alla banca dati alfanumerica dei dati relativi ai trasporti si è costruito un applicativo in ambiente GIS mediante il quale è possibile visualizzare i tragitti percorsi sul grafo delle strade della provincia ed, eventualmente, eseguire analisi spaziali sulla base delle informazioni raccolte.

Ai fini della costruzione del software è stato necessario creare una base dati georeferenziata; in primo luogo si è definita la rete stradale utilizzando il grafo della provincia di Venezia: i tematismi considerati sono relativi alle Autostrade, alle Strade Statali, alle Strade Provinciali ed alle arterie di collegamento.

In connessione al grafo è stato costruito il tematismo dei centri urbani, coincidente con i Comuni, posizionati sempre al termine di una tratta stradale; essi fungono da punto di partenza e di arrivo per i trasporti delle aziende situate all'interno del territorio comunale. Il risultato è rappresentato in Tav. 1 dell'All. 18.

### 3.3.6.2 Preparazione dei dati

#### 3.3.6.2.1 Sostanze

Il modello teorico di analisi del rischio è stato applicato per step successivi di preparazione dei dati e, successivamente, di calcolo degli indici.

In primo luogo è stata analizzata la tabella relativa alle sostanze: è stato eseguito un controllo sull'esattezza dei numeri ONU, successivamente i record della tabella sono stati classificati assegnando a ciascuno, sulla base del numero ONU, la classe ADR di appartenenza come riporta la seguente tabella.

N° Kemler	Tipologia di pericolo
2	Gas non altrimenti specificati
2F	Gas infiammabili compressi
2TC	Gas liquefatti tossici e corrosivi
3	Liquidi infiammabili
4	Solidi infiammabili o tossici
5	Sostanza ossidante tossica o corrosiva
6	Liquido tossico o molto tossico (infiammabile o corrosivo)
8	Liquido corrosivo e tossico
9	Sostanze pericolose varie (ad es. per l'ambiente)
X	Sostanza molto corrosiva e/o tossica che reagisce con l'acqua

**Tabella 24** – Classificazione ADR delle sostanze pericolose

I risultati di questa analisi preliminare sono riassunti nella tabella successiva.

Classe sostanza	Movimentato	%
2	79322 tonn/anno	0,74
2F	307532 tonn/anno	2,86
2TC	129 tonn/anno	0,001
3	9184469 tonn/anno	85,39
4	8428 tonn/anno	0,08
5	22821 tonn/anno	0,21
6	244111 tonn/anno	2,27
8	836892 tonn/anno	7,78
9	47222 tonn/anno	0,44
X	25025 tonn/anno	0,23

**Tabella 25** – Movimentazione (tonn/anno) di sostanze pericolose

È opportuno fare alcune considerazioni:

- Il movimentato annuo di carburanti liquidi (classe 3) è nettamente preponderante, di 2 ordini di grandezza, rispetto a tutte le altre sostanze; di conseguenza la grande quantità movimentata di questo tipo di sostanze, cui si associa una pericolosità medio-bassa, influirà pesantemente nell'analisi del rischio poiché la frequenza attesa è proporzionalmente diretta al numero di trasporti all'anno cioè al movimentato. È probabile quindi che questa classe “copra” l'influenza delle altre, di cui fanno parte sostanze molto più pericolose; per ovviare al problema verranno eseguiti anche calcoli della frequenza attesa per le singole classi.
- Il movimento annuo relativo ai gas tossici (classe 2TC), se rapportato al movimento totale, è molto esiguo, pari a 129 t/a. E' da sottolineare comunque che l'utilizzo e la produzione di tali sostanze da parte delle aziende della Zona Industriale di Porto Marghera è molto più elevato. Tale differenza nei quantitativi deriva dal fatto che l'ADR proibisce il trasporto su gomma di molte sostanze gassose tossiche o corrosive, per cui questo tipo di trasporti a Marghera viene solitamente eseguito via ferrovia.
- Poiché alcune sostanze sono commerciate all'interno della provincia, per i trasporti interessati si ha una sovrastima dei transiti dovuta al fatto che i movimentati annui sono considerati sia in uscita da un'azienda che in entrata da un'altra. D'altra parte in questo modo la valutazione risulta cautelativa ed è quindi accettabile per gli scopi dello studio.

### 3.3.6.2.2 Trasporti

La tabella relativa ai trasporti è stata compilata in modo che, per tutti i trasporti la cui provenienza o destinazione è esterna alla provincia di Venezia, sia riportata una località intermedia posizionata in corrispondenza degli ingressi in provincia delle strade principali:

A27 NORD	SS11 OVEST	SS515
A28 EST	SS13 NORD	SS516 SUD
A4 EST	SS14 EST	SS53 EST
A4 OVEST	SS245 NORD	
SP32 Miranese	SS309 SUD	

Quindi i trasporti sono stati raggruppati in modo da creare un elenco di tutti i percorsi seguiti. Trasporti diversi che comunque risultavano coincidenti per quanto riguarda il tratta interno



alla provincia di Venezia, sono stati accomunati tra loro. In questo modo è stato possibile isolare 204 percorsi univoci a fronte di 4514 trasporti in totale.

Tali percorsi sono stati poi georeferenziati su GIS individuando, per mezzo di una procedura automatica guidata dall'operatore, i tragitti di collegamento tra le località di provenienza e destinazione seguendo i criteri del percorso più corto e fissando una gerarchia di utilizzo per i vari tipi di strada (1. Autostrada, 2. S. Statale, 3. S. Provinciale).

Al termine della procedura viene creato un tematismo GIS denominato "Percorsi" che costituisce la base dati per l'analisi successiva.

### 3.3.6.2.3 Risultati

L'analisi finale prevede il collegamento tra la tabella del movimentato annuo e quella dei trasporti e la successiva importazione della tabella generale nell'applicativo GIS per l'esecuzione dei calcoli finali e la creazione delle mappe tematiche.

Il primo passo è stato il calcolo del numero di transiti annui. È stata innanzitutto individuata la capacità media dei mezzi utilizzati nelle modalità di trasporto definite nella scheda di censimento compilata dalle aziende (v. tabella seguente).

	2F [t]	2/2TC [t]	3 [t]	4 [t]	5/6/8/9 [t]	X [t]
<b>Autobotte</b>	15	30	24	24	24	25
<b>Tank-container</b>	6	6	6	15	15	12
<b>Autoarticolato</b>	3	3	3	2	3	-
<b>Colli</b>	-	-	15	15	15	15
<b>Rinfusa</b>	15	30	24	24	24	25

Tabella 26– Quantità di sostanze trasportate suddivise per modalità di trasporto

In base ai valori fissati (espressi in tonnellate) si è calcolato il numero di trasporti annui effettuati da ogni azienda per ciascuna sostanza movimentata. Con una procedura di calcolo i record sono poi stati raggruppati in base a classe di sostanza e località di partenza ed arrivo.

In questo modo è stato completato il tematismo GIS "Percorsi": a ciascun oggetto grafico rappresentante un percorso è stato associato il numero totale annuo, diviso per classe ADR, di veicoli che trasportano sostanze pericolose.

Successivamente sono stati sommati i contributi dei vari percorsi sovrapposti sulle singole tratte stradali in comune. Infatti, per ottenere una stima della situazione attuale il più possibile aderente al vero, è indispensabile ottenere la somma dei transiti, quindi il numero totale di trasporti di sostanze pericolose all'anno, altrimenti ci si limiterebbe ad individuare il numero massimo di transiti per ogni singola tratta del grafo stradale;

A tal fine è stata predisposta una procedura di calcolo che, in ambiente GIS, fosse in grado di eseguire l'analisi spaziale necessaria al trasferimento dei dati da un tematismo ("Percorsi") ad un altro ("Strade").

L'ultima fase dello studio è consistita nel calcolo delle frequenze attese per ogni tratta del grafo stradale, anch'essa eseguita in ambiente GIS con procedura automatizzata.

### 3.3.6.2.4 Analisi dei risultati

I risultati dell'applicazione del modello, rappresentati nelle tavole dell'All. 18, permettono di fare alcune valutazioni significative sulla situazione attuale del trasporto di sostanze pericolose e sui possibili sviluppi dell'attività pianificatoria da esso influenzata.

Si evidenzia ancora una volta che tali risultati emergono dallo studio riportato in App. 7 risalente al 2003, pertanto le sostanze ed i quantitativi movimentati hanno subito delle variazioni nel corso degli ultimi anni.

Di seguito vengono riportate alcune considerazioni sul metodo adottato per conseguire questi risultati:

- A causa della sinteticità dei dati relativi ai trasporti forniti dalle aziende non è stato possibile individuare i reali percorsi seguiti dalle sostanze; è stato quindi adottato il criterio che appariva più credibile: si è supposto che gli autisti seguissero sempre il tragitto più breve preferendo percorrere nell'ordine autostrade, strade statali ed, infine, strade provinciali. Tale scelta fornisce, in alcuni casi, una rappresentazione errata della situazione reale e, nell'analisi spaziale, dà luogo ad un margine di errore significativo. Poiché la realtà non può, ragionevolmente, discostarsi molto dall'ipotesi adottata i risultati possono comunque ritenersi attendibili.
- A causa del formato di raccolta dei dati sui trasporti (provenienza e destinazione all'interno della Provincia) mancano tutte le informazioni relative ai transiti di attraversamento del territorio provinciale.
- La precisione dello studio è ulteriormente inficiata dalle particolarità della rete stradale veneziana: in particolar modo dalla presenza della tangenziale di Mestre che catalizza un gran numero di mezzi pesanti svolgendo una funzione di "collo di bottiglia" per la viabilità anche a breve termine (anche per percorsi brevi i mezzi sono praticamente obbligati a percorrerla).

Passando all'analisi delle mappe tematiche, emergono alcuni aspetti da sottolineare:

- **Tavole Generali** : si nota che i transiti e, di conseguenza, le frequenze attese di incidente hanno una elevata diffusione sul territorio provinciale; si distingue, però, una parte della rete stradale caratterizzata da frequenza attesa di incidente decisamente più alta: essa è costituita dal tratto autostradale, dalla tangenziale e dalle Strade Statali disposte a raggiera a partire dalla Zona Industriale di Porto Marghera verso l'esterno della Provincia.
- **Classe 2 (gas compressi refrigerati n.a.s.)**: la distribuzione dei transiti è differenziata in due zone: il tratto autostradale in uscita da Porto Marghera verso est e la zona ovest della Provincia; in particolare la prima è la direttrice di uscita di gas tecnici (ossigeno, azoto) da Marghera, la seconda di ingresso da Padova a Mira.
- **Classe 2F (gas infiammabili)**: la distribuzione dei transiti è abbastanza omogenea, in ragione della presenza di molti depositi di medio-piccole dimensioni; è altresì distinguibile un numero consistente di transiti lungo le Statali della zona Ovest della provincia.
- **Classe 2TC (gas tossici)**: le sole tratte interessate sono l'autostrada A4 fino a Porto Marghera e il percorso che giunge a Pramaggiore dove è situata un'azienda che commercia gas tossico in bombola;
- **Classe 3 (liquidi infiammabili)**: le considerazioni fatte in precedenza sulla preponderanza dei quantitativi relativi a questa classe trovano pieno riscontro in queste mappe: i valori sono generalmente alti e la distribuzione dei percorsi, seppure insista maggiormente sulle arterie radiali della Provincia, è molto ampia. Di conseguenza, anche la frequenza attesa di incidente ad essi collegata è molto alta ma la limitata pericolosità delle sostanze coinvolte deve indurre a mitigare l'influenza di questa classe nelle valutazioni pianificatorie.

- **Classe 4 (Solidi infiammabili):** i percorsi interessano quasi esclusivamente i tratti autostradali e l'ingresso a Porto Marghera; le sostanze trasportate sono prevalentemente scorie di alluminio in uscita e ferro-silicio in ingresso;
- **Classe 5 (Sostanze ossidanti):** risulta evidente l'importanza del trasporto su gomma di prodotti ossidanti sul percorso A4 ovest-Mira; tali prodotti sono utilizzati nella produzione di detersivi e detergenti;
- **Classe 6 (sostanze tossiche):** è evidente come il trasporto di queste sostanze riguardi percorsi di medio-lungo raggio, infatti le tratte interessate sono le autostrade e la statale "Romea" in uscita da Porto Marghera; le sostanze trasportate in maggior quantità sono acetone, cloruro di alluminio, solventi e rifiuti tossici.
- **Classe 8 (sostanze corrosive):** tali sostanze hanno una discreta diffusione sul territorio, interessando anche la rete viaria secondaria; le sostanze trasportate in maggior quantità sono il Policloruro di alluminio (PAC), l'idrossido di sodio e alcuni tipi di acidi (acetico, nitrico, cloridrico,...) perlopiù in autobotte;
- **Classe 9 (sostanze pericolose varie):** questa classe comprende quasi esclusivamente le sostanze pericolose per l'ambiente non altrimenti specificate, i percorsi seguiti sono quelli autostradali da e per Porto Marghera, oltre che alcuni percorsi secondari in uscita dall'autostrada verso alcuni stabilimenti industriali;
- **Classe X (sostanze molto corrosive che reagiscono con l'acqua):** in pratica riguarda solamente il trasporto di Acido Solforico fumante (oleum) (sostanza sia molto corrosiva che tossica) dal Nord Ovest Italia a Porto Marghera, i transiti sono circa 2000 all'anno ed interessano solo l'autostrada A4.

## 3.4 Rischio idraulico

### 3.4.1 Aspetti normativi relativi al rischio idraulico

Si riportano di seguito alcuni stralci tratti dalla normativa vigente in tema di pianificazione delle aree a rischio idrogeologico considerando che nel territorio provinciale di Venezia tale rischio è di fatto assimilabile a quello idraulico.

Il D.L. 180/98 “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania”, convertito con modificazioni nella L. 267/98, stabilisce che:

*Art. 1. c. 1. ... le autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottino, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico, redatti ai sensi del c. 6-ter dell'art. 17 della L. 183/89, e successive modificazioni, e contenenti, in particolare, l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia, nonché le misure medesime;*

*Art. 1. c. 1-bis. ... le autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini, in deroga alle procedure della L. 183/89, approvano piani straordinari diretti a rimuovere le situazioni a rischio più alto ... I piani straordinari devono ricomprendere prioritariamente le aree a rischio idrogeologico per le quali è stato dichiarato lo stato di emergenza ai sensi della L. 225/92 ..”.*

Il successivo D.P.C.M. 29/09/1998 ha approvato l'atto di indirizzo e coordinamento inteso a definire le attività previste dal D.L. 180/98 e, in riferimento ad esperienze di pianificazione già effettuate, ha definito quattro classi di rischio a gravosità crescente (1 = moderato; 2 = medio; 3 = elevato; 4 = molto elevato) a cui sono attribuite le seguenti definizioni:

- moderato R1: per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono marginali;
- medio R2: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- elevato R3: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici ed alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- molto elevato R4: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.

In relazione alle misure di salvaguardia per il rischio idraulico nel citato DPCM sono stati indicati i seguenti indirizzi:

#### **a) Aree a rischio molto elevato**

In tali aree sono consentiti esclusivamente gli interventi idraulici volti alla messa in sicurezza delle aree a rischio, approvati dall'Autorità idraulica competente, tali da migliorare significativamente le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle e da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva.

Sono altresì consentiti i seguenti interventi a condizione che essi non aumentino il livello di rischio comportando significativo ostacolo al deflusso o riduzione apprezzabile della capacità

d'invaso delle aree stesse e non precludano la possibilità di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 457/78 e senza aumento di superficie o volume, interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio;
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi di emergenza di protezione civile.

I progetti relativi agli interventi ed alle realizzazioni in queste aree dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'Autorità idraulica competente.

**b) Aree ad elevato rischio**

In tali aree sono consentiti esclusivamente:

- interventi di cui alla precedente lettera a) nonché quelli di ristrutturazione edilizia, a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità d'invaso delle aree stesse ovvero che le superfici destinate ad uso abitativo o comunque ad uso economicamente rilevante siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento;
- interventi di ampliamento degli edifici esistenti unicamente per motivate necessità di adeguamento igienico-sanitario, purché siano compatibili con le condizioni di rischio che gravano sull'area. A tal fine i progetti dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica;
- manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi purché siano compatibili con le condizioni di rischio che gravano sull'area. A tal fine i progetti dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica.

Il D.L. n° 279/00 “ *Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali*”, convertito con modificazioni nella L. 365/00, all'art. 1 c. 1 stabilisce che: le misure di salvaguardia per le aree a rischio molto elevato definite nel DPCM 29/09/98 si applicano, sino all'approvazione dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico o al compimento della perimetrazione prevista dall'art. 1 comma 1-bis del D.L. 180/98, con riferimento alle tipologie di dissesto idrogeologico presenti in ciascuna area:

a) alle aree ricomprese nel limite di 150 metri dalle ripe o dalle opere di difesa idraulica dei laghi, fiumi ed altri corsi d'acqua, situati nei territori dei comuni per i quali lo stato di emergenza, dichiarato dalla L. 225/92, è stato determinato da fenomeni di inondazione, nonché dei comuni o delle località indicate come ad alto rischio idrogeologico nei piani straordinari di cui all'art. 1, comma 1-bis del D.L. 180/98, indicati nelle tabelle A e B del presente decreto (per la provincia di Venezia trattasi del Comune di S. Michele al Tagliamento). Per i corsi d'acqua la cui larghezza, fissata dai parametri interni degli argini o dalle ripe, risulti inferiore a 150 metri, le aree sono quelle comprese nel limite pari, per ciascun lato, alla larghezza;

b) nelle aree con probabilità di inondazione corrispondente alla piena con tempo di ritorno massimo di 200 anni, come definite nel DPCM 29/09/98 ed identificate con delibera dei

comitati istituzionali delle autorità di bacino nazionali ed interregionali, o dalle regioni, per i restanti bacini idrografici, e che non siano già ricomprese in bacini per i quali siano approvati piani stralcio di tutela di fasce fluviali o di riassetto idrogeologico o di sicurezza idraulica, ai sensi dell'art. 17, c. 6-ter, della L. 183/89 e successive modificazioni.

### **3.4.2 Descrizione del sistema idrografico**

Nell'indagine sul rischio idraulico non è contemplato lo studio della Laguna di Venezia. Ciò avviene perché la Laguna è stata ed è tuttora oggetto di numerosi studi e di interventi normativi statali e regionali. Si è pertanto deciso di limitare lo studio idraulico ai problemi del territorio provinciale di terraferma. Tuttavia, poiché essa costituisce uno dei principali recettori delle acque di bonifica ed ha un'influenza di rilievo sul sistema idrografico ad essa afferente, quando la situazione lo ha richiesto è stata considerata la sua influenza sui fenomeni. Ad esempio poiché il livello della Laguna influenza il funzionamento di alcune botti a sifone di grande importanza (Trezze, Lova e Conche) è stato necessario tenerne conto. In altre parole, la Laguna di Venezia è stata considerata come una delle condizioni al contorno nell'esame dei deflussi da alcuni impianti idrovori dei Consorzi di bonifica Sinistra Medio Brenta, Dese Sile, Bacchiglione Brenta ed Adige Bacchiglione in relazione alla efficienza dei manufatti di scarico.

Il sistema idrografico provinciale, rappresentato nella cartografia dell'All. 8 in scala 1:100.000 e descritto in Appendice 8, si sviluppa in una zona che presenta vaste aree poste al di sotto del livello medio marino ed i cui corsi d'acqua principali e secondari scorrono entro alvei racchiusi da alte arginature per lo più pensili rispetto al circostante piano di campagna. La maggior parte dei fiumi principali non viene utilizzata, per motivo di difesa dalle piene e problemi altimetrici, quale recettrice delle acque di drenaggio della pianura attraversata. Inoltre gran parte del territorio provinciale è assoggettata a scolo meccanico delle acque. E' poi presente, nella zona centro-settentrionale del territorio provinciale, una vasta area sita al di sopra del livello medio del mare che presenta andamento altimetrico digradante sia da ovest verso est che da nord verso sud e consente alle acque di defluire per via naturale. Anche in quest'area i fiumi sono per lo più arginati e quindi si è resa necessaria una complessa rete idrografica collettrice che recapita le acque reflue nei recettori immediatamente a ridosso della zona a scolo meccanico che circonda la Laguna di Venezia, ove le quote lo consentono.

E', quindi, di fondamentale rilevanza la definizione dei bacini di pianura dei fiumi principali, non utilizzati quali recettori di acque di bonifica ed il cui corso è stato anche modificato per evitare la presenza di foci in Laguna di Venezia. Di maggiore interesse risultano infatti la suddivisione in bacini tributari degli impianti idrovori, i rilevati naturali ed artificiali di modesta altezza che isolano alcune aree rispetto alle circostanti e, ultime ma nondimeno importanti, le regolazioni effettuate per vari motivi su chiaviche di scarico, sostegni ed altri manufatti idraulici in genere.

E' possibile suddividere il territorio provinciale secondo le tre principali modalità di deflusso delle acque, e cioè le zone a scolo meccanico, meccanico alternato e naturale. Si possono poi individuare, nelle zone a scolo meccanico, i bacini e gli eventuali sottobacini tributari di ognuno degli impianti idrovori in funzione nel comprensorio provinciale, sia a gestione pubblica che privata. Nelle zone a scolo naturale si evidenzia la rete secondaria che convoglia le acque ai corsi d'acqua principali.

Si ritiene opportuno far rilevare che, per le caratteristiche che il sistema idrografico ha assunto anche in seguito ad interventi di origine antropica (principalmente la circostanza che i fiumi di rilevanza nazionale non ricevono contributo d'acqua dal territorio provinciale), possono essere considerati ai fini pratici indipendenti il rischio di inondazione per piena dei fiumi

principali ed i rischi legati alle condizioni della bonifica. Questa considerazione assume maggior valore se si tiene conto del fatto che, a prescindere da problemi derivanti dalle diverse competenze amministrative in materia, gli interventi possibili per la difesa dalle piene dei fiumi principali devono essere realizzati al di fuori del territorio provinciale. In altre parole anche le possibili soluzioni del problema sfuggono al controllo territoriale della Provincia.

### **3.4.3 Distretti idrografici regionali**

Il Decreto Legislativo 112/98 ha trasferito funzioni amministrative e gestionali dallo stato alle regioni in tema di risorse idriche e difesa del suolo. La successiva L.R.V. n° 11/01, di recepimento del decreto Bassanini, ha disciplinato la materia e con delibera di Giunta Regionale n. 2847 del 4/10/2002 sono state istituite 5 Unità di Progetto Distretti Idrografici (trasferendo di fatto ad esse quelle che erano le competenze del Magistrato alle Acque):

- Bacino Adige Garda
- Bacino Brenta Bacchiglione
- Bacino Laguna, Veneto Orientale, Coste
- Bacino Piave, Livenza, Sile
- Bacino Delta Po, Fissero Tartaro Canalbianco.

Con successiva delibera di Giunta Regionale n. 3260 del 15/11/2002 è stata individuata, con apposito elenco, la rete idrografica principale di pianura, relativamente alla quale la Regione svolgerà tutte le funzioni amministrative e di gestione trasferite dal decreto Bassanini; la gestione della rete idrografica minore, non individuata nell'elenco sopracitato, viene affidata ai Consorzi di bonifica nei cui comprensori essa ricade.

Il Magistrato alle Acque, erede di uno storico ufficio del governo della Serenissima, organo periferico del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti istituito nel 1907, ha mantenuto competenze, in tema di gestione, sicurezza e tutela idraulica, relativamente, per quanto riguarda la regione Veneto, al solo ambito della laguna di Venezia. La laguna di Venezia, così come definita nella L. 366/63, è costituita dal bacino di acqua salsa che si estende dalla foce del Sile (conca del Cavallino) alla foce del Brenta (conca di Brondolo) ed è compreso fra la terraferma e il mare, dal quale è separata da una lingua naturale di terra fortificata per lunghi tratti artificialmente ("murazzi"), in cui sono aperte tre bocche o porti (Lido, Malamocco e Chioggia); essa è limitata verso terraferma da una linea di confine marcata da appositi cippi o pilastri di muro segnati con numeri progressivi, denominata "conterminazione lagunare" e risalente all'epoca della Repubblica Veneta, salvi i successivi aggiornamenti resisi necessari per la modificazione della configurazione delle terre emerse intervenuta particolarmente nell'ultimo secolo: l'ultimo aggiornamento è stato apportato con il decreto ministeriale 9 febbraio 1990.

### **3.4.4 Condizioni idrauliche dei fiumi**

I bacini idrografici di rilevanza nazionale ed interregionale individuati dagli artt. 14 e 15 della L. n. 183/1989 (ora abrogata dal D. Lgs. 152/2006) risultavano nella provincia di Venezia:

fra i primi:

- *Bacino nazionale dell'Alto Adriatico (Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta Bacchiglione)*
- *Bacino nazionale dell'Adige.*

fra i secondi:

- *Bacino Interregionale del Lemene*
- *Bacino Interregionale del Fissero-Tartaro-Canalbianco.*

Il D.Lgs. 152/2006 ha ridefinito i limiti di bacino ripartendo l'intero territorio nazionale in distretti idrografici; in particolare, per quanto d'interesse, ha individuato il distretto idrografico delle Alpi orientali comprendente i bacini idrografici dell'Adige, dell'Alto Adriatico, del Lemene e del Fissero Tartaro Canalbianco, e dei bacini regionali del Friuli e del Veneto (Sile e pianura tra Piave e Livenza e Laguna di Venezia).

Le condizioni idrauliche dei fiumi sopra elencati possono essere definite precarie e problematiche. Infatti, gli alvei sono insufficienti a contenere in condizioni di sicurezza le piene massime prevedibili, le foci possono essere soggette a rigurgito, per effetto delle maree, e sono esposte alle mareggiate che provengono da quadranti meridionali, le arginature longitudinali che fiancheggiano il tratto di pianura degli alvei possono cedere sia per sormonto che per franamento del corpo arginale o rottura dei terreni di fondazione, per inadeguatezza delle strutture a reggere a lungo battenti idraulici elevati o le spinte dinamiche esercitate dalla corrente del fiume. Tali pericoli sono aggravati dalla mancanza di informazioni sufficientemente complete per la determinazione dei siti in cui la probabilità di cedimenti è massima. Sono pochi infatti i tratti di arginatura sottoposti a verifica delle condizioni di stabilità con mezzi adeguati.

Le arginature, nel tratto finale del percorso, restringono gli alvei in modo considerevole. Ad esempio il Piave ha una larghezza d'alveo variabile fra 1 e 2 km tra Ponte della Priula e Ponte di Piave che si riduce a m 80 per l'alveo di magra e 120 m come distanza fra le arginature di contenimento all'altezza di Zenson di Piave, che si trova a soli 10 km da Ponte di Piave. In situazione analoga si trova l'alveo del Tagliamento presso Latisana, mentre per Bacchiglione, Brenta ed Adige le condizioni originarie sono state modificate dagli interventi dell'uomo. Per evitare l'inondazione della città di Padova, nei pressi della quale sussistevano condizioni analoghe a quelle descritte, nell'ultima parte del secolo scorso e nei primi decenni del presente furono intrapresi grandi lavori di sistemazione del Bacchiglione e del Brenta, che compresero la deviazione del corso del Bacchiglione. Attualmente le acque di piena del Bacchiglione, intercettate al Bassanello, vengono convogliate nel canale Scaricatore che le porta a Voltabarozzo, ove subiscono opportuna ripartizione tra il canale Nuovo ed il canale Roncaiette. Il Canale Nuovo le convoglia nel Piovego attraverso il quale giungono al Brenta presso il nodo idraulico di Stra. Questo sistema di deflusso protegge la città di Padova, ma obbliga a far defluire in Brenta acque del Bacchiglione in un tratto dell'alveo del fiume di per sé insufficiente a smaltire la portata del solo Brenta.

Tutti i fiumi di rilevanza nazionale scorrono pensili rispetto al latitante piano di campagna e, considerando i livelli raggiungibili nel corso delle massime piene, tale pensilità è dell'ordine di alcuni metri. Questa condizione genera problemi di filtrazione attraverso le arginature che risultano pertanto a rischio di franamento per instabilità del corpo arginale o delle fondazioni. Fanno eccezione le arginature del Piave e del Tagliamento, che sostanzialmente non presentano, nel tratto situato in provincia, i problemi citati. Il pericolo di inondazione non deve tuttavia essere sottovalutato in quanto, come già accennato in precedenza, appena oltre il confine provinciale ci sono restringimenti degli alvei che sono già stati sede di rotte, nel 1966 ed in precedenza, le cui conseguenze si manifestano purtroppo in provincia di Venezia.

Si differenziano da quelle esposte le condizioni del Livenza e dell'Adige. Il Livenza, al contrario degli altri fiumi, ha percorso tortuoso nel tratto terminale perciò le azioni dinamiche delle correnti possono sollecitarne le arginature in misura maggiore. Sono inoltre stati



evidenziati alcuni punti delle arginature in cui si sospettano infiltrazioni sotterranee d'acqua, che potrebbero compromettere la stabilità delle fondazioni e/o del corpo arginale.

Per quanto riguarda l'Adige, si può affermare che, ai fini della difesa dalle piene in provincia di Venezia, la galleria Mori - Torbole abbia quasi eliminato la probabilità di esondazioni per tracimazione delle arginature, soprattutto se si tiene conto della prossima costruzione di un serbatoio di laminazione sull'Avisio. Critiche rimangono comunque le condizioni delle arginature che presentano problemi di infiltrazioni ingenti. Il Consorzio Delta Po Adige segnala infatti la presenza di portate di qualche rilievo anche in assenza di precipitazioni nei bacini di bonifica prospicienti le arginature del fiume.

### 3.4.5 Consorzi di bonifica

Dalle situazioni geomorfologica e del microrilievo sopradescritte risulta che buona parte del territorio provinciale è posta altimetricamente al di sotto del livello del mare. Tali terre sono state strappate all'acqua nel corso di molti anni (famoso le bonifiche Benedettine del '500), ma soprattutto nel corso degli ultimi due secoli con imponenti opere di bonifica idraulica.

Per questo tra gli enti che hanno competenze sul territorio provinciale vi sono i Consorzi di bonifica, che hanno un ruolo di rilievo (oltre ad una notevole tradizione storica nella gestione del proprio territorio) nel campo del rischio idraulico, per quanto d'interesse della protezione civile.

Poiché i limiti consortili sono dettati dalla situazione idrografica in quanto raggruppano una serie di bacini unitari, i loro confini amministrativi non coincidono con quelli provinciali, come risulta evidente dall'esame dell'All. 8 in scala 1:100.000.

I Consorzi di bonifica interessanti la provincia di Venezia sono quelli indicati nella tabella che segue, nella quale è indicata anche la superficie consortile (in ha) e la percentuale del loro territorio ricadente in provincia di Venezia.

<b>Consorzio di bonifica</b>	<b>Superficie totale</b>	<b>Superficie del comprensorio ricadente nella provincia di Venezia (ha)</b>	<b>% di superficie ricadente in provincia di Venezia</b>
Adige-Bacchiglione	49.037	12.611	25,71 %
Bacchiglione-Brenta	58.247	10.298	17,67 %
Basso Piave	56.004	47.854	85,44 %
Delta Po-Adige	53.699	2.462	4,58 %
Dese-Sile	43.464	22.529	51,83 %
Destra Piave	52.995	3.207	6,05 %
Pedemontano Sinistra Piave	71.700	19	0%
Pianura Veneta	57.355	56.408	98,34 %
Polesine Adige Canalbianco	64.247	11.010	17,13 %
Sinistra Medio Brenta	56.966	23.965	42,06 %

**Tabella 27** – Consorzi di Bonifica in provincia di Venezia

Vengono qui di seguito riportati i dati essenziali per ciascun Consorzio di bonifica.

*Consorzio di bonifica "ADIGE-BACCHIGLIONE"*: Il Consorzio di bonifica Adige-Bacchiglione ha sede in Conselve (PD) ed è compreso tra il fiume Adige ed il fiume

Bacchiglione, tra i Colli Euganei ed il mare. Esso si estende su di una superficie di 49.037 ettari, nelle province di Padova e Venezia; comprende, per intero o in parte, la giurisdizione di 31 comuni dei quali 28 nella provincia di Padova (36.426 ettari) e 3 in quella di Venezia (12.611 ettari). La parte del territorio consortile ricadente nella Provincia di Venezia è delimitata ad Ovest e a Nord dal confine amministrativo provinciale, a Sud dal fiume Adige, mentre termina ad Est nella punta creata dalla confluenza del Gorzone in Adige. Tutto il territorio in oggetto è depresso sotto il livello del mare ad eccezione di un limitatissimo intorno dell'abitato di Cavarzere; di conseguenza tutti i bacini di bonifica sono soggetti a scolo meccanico.

*Consorzio di bonifica "BACCHIGLIONE-BRENTA"*: Il Consorzio di bonifica Bacchiglione-Brenta ha sede in Padova, il suo comprensorio si estende complessivamente per 58.247 ettari di cui 47.949 ha in provincia di Padova e 10.298 ha in provincia di Venezia. La parte del territorio consortile ricadente nella Provincia di Venezia è delimitata a Sud dal Bacchiglione e a Nord da Naviglio Brenta e Scolo Brentelle. La maggior parte di questo terreno è soggetto a scolo naturale, fatta eccezione per il piccolo sottobacino di Sanbruson di Dolo in cui si opera a scolo misto.

*Consorzio di bonifica "BASSO PIAVE"*: Il Consorzio di bonifica Basso Piave ha sede a San Donà di Piave. Il territorio è perimetrato a est dai fiumi Monticano e Livenza; a sud dal mare Adriatico; a ovest dalla laguna di Venezia, dal fiume Sile e dal canale Fossetta, nonché dal confine con il limitrofo Consorzio di bonifica Destra Piave, a nord dal Piave. La superficie territoriale del comprensorio risulta di 56.004 ettari complessivi, comprendente 20 comuni nelle province di Treviso (7 comuni) e Venezia (13 comuni). Circa l'80% del territorio (pari a 47.854 ha) di competenza di questo Consorzio appartiene amministrativamente alla provincia di Venezia per un'estensione che va da Portegradi seguendo il confine con il Consorzio Destra Piave ed il confine provinciale, comprendendo tutta la penisola del Cavallino. Il territorio presenta tendenzialmente quote altimetriche inferiori al livello medio del mare. Fa eccezione il confine settentrionale della provincia ed alcune zone caratterizzate da fattori morfologici particolari, quali il corso dei fiumi Livenza e Piave ed i cordoni litoranei. Tutto il territorio è soggetto a scolo meccanico ad eccezione della fascia altimetricamente più elevata a ridosso del corso del Piave, fino a San Donà e dell'estremità meridionale, fino a Ceggia, di un bacino quasi completamente ricadente in provincia di Treviso.

*Consorzio di bonifica "DELTA PO-ADIGE"*: Il Consorzio di bonifica Delta Po-Adige ha sede in Taglio di Po (RO) ed il suo comprensorio costituisce quella parte dell'area delle province di Rovigo e Venezia comprese tra il fiume Brenta a Nord, il Po di Venezia, il Po di Levante, il Po di Brondolo ed il Canale di Valle ad Ovest, il mare Adriatico ad est. La superficie complessiva del comprensorio è pari a 53.699 ettari. La superficie territoriale in provincia di Venezia è di appena 2.462 ha, limitata alla sola zona della bonifica Ca' Lino in comune di Chioggia, tutta a scolo meccanico.

*Consorzio di bonifica "DESE-SILE"*: Il Consorzio di bonifica Dese-Sile ha sede in Venezia-Mestre e il suo comprensorio (43.464 ettari) ricade nelle province di Venezia, Treviso e Padova.

L'ambito territoriale in provincia di Venezia (22.529 ha) di competenza di questo Consorzio segue il confine con il Consorzio Sinistro Medio Brenta a Sud-Est e tutto il confine provinciale fino a Portegradi, da dove segue il Taglio del Sile fino all'inizio dell'arginatura a

mare dello stesso. La parte del territorio consorziale, soggetta a scolo meccanico, è quella altimetricamente più depressa, costituita dalla fascia di conterminazione lagunare compresa tra Mestre centro ed il Sile, mentre la porzione terminale del grande bacino che si estende da Mestre verso Nord-Ovest e fino al confine provinciale è sottoposta a scolo alternato.

*Consorzio di bonifica “DESTRA PIAVE”*: Il Consorzio di bonifica Destra Piave ha sede in Treviso ed il suo comprensorio costituisce quella parte dell'area a cavallo della fascia delle risorgive compresa tra il Sile e il Piave, tra le pendici del Montello e il canale Fossetta. La superficie territoriale complessiva del comprensorio è pari a 52.995 ha di cui 3.207 in provincia di Venezia e precisamente tra la S.S. 14 fino a Fossalta di Piave ed il confine con la provincia di Treviso. La maggior parte del territorio è soggetto a scolo meccanico, eccezion fatta per l'estremità di un piccolo bacino sito per la maggior parte in provincia di Treviso.

*Consorzio di bonifica “PEDEMONTANO SINISTRA PIAVE”*: Il Consorzio di bonifica Pedemontano Sinistra Piave ha sede in Codognè (TV). La superficie territoriale complessiva del comprensorio è pari a 71.700 ha di cui soli 19 ha in provincia di Venezia (e precisamente in comune di Noventa di Piave). Il territorio si estende in quell'area a est della provincia di Treviso compresa tra i fiumi Piave e Livenza.

*Consorzio di bonifica “PIANURA VENETA TRA LIVENZA E TAGLIAMENTO”*: Il Consorzio di bonifica Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento ha sede in Portogruaro. La superficie comprensoriale è di 57.355 ha ricadente nelle province di Venezia e Treviso. Quasi tutto il territorio consortile appartiene alla provincia di Venezia (56.408 ha). Il territorio conta quaranta bacini ed è soggetto sia a scolo naturale che meccanico. Il territorio confina a Nord-Nord Est con il fiume Tagliamento, a Nord è per gran parte delimitato dal confine provinciale, a Sud-Sud Ovest confina con il fiume Livenza e a Sud con il mare Adriatico.

*Consorzio di bonifica “POLESINE ADIGE-CANALBIANCO”*: Il Consorzio di bonifica Polesine Adige-Canalbianco ha sede in Rovigo e il suo comprensorio (64.247 ha complessivi) costituisce quella parte delle aree delle province di Rovigo e Venezia comprese rispettivamente tra il fiume Adige ed il Canalbianco, e il fiume Adige ed il Gorzone. Solo il lembo orientale del territorio di competenza del consorzio in oggetto appartiene alla provincia di Venezia (11.010 ha); esso comprende tre grandi bacini di scolo (Dossi Vallieri, Tartaro Osellin, Comprensorio S. Pietro di Cavarzere), parte dei quali non rientrano nell'ambito provinciale.

*Consorzio di bonifica “SINISTRA MEDIO BRENTA”*: Il Consorzio di bonifica Sinistra Medio Brenta ha sede in Mirano. La superficie complessiva è pari a 56.966 ettari comprendente le province di Venezia, Padova e Treviso. Insiste su un territorio all'incirca egualmente ripartito tra le province di Venezia e Padova, con una estrema, limitata propaggine settentrionale ricadente nella provincia di Treviso. La parte del territorio ricadente nella provincia di Venezia (23.965 ha) è delimitata a Sud dal corso del Naviglio Brenta fino a Dolo, quindi dal rilevato su cui corre la Strada provinciale n. 13 e dall'arginatura dello Scolo Fiumazzo. Verso la laguna sono presenti circa 12 km di arginature a mare. Ad Est il confine con il Consorzio Dese Sile passa per l'abitato di Mestre, mentre a Nord-Est non segue una linea fisica o stradale evidente e costeggia gli abitati di Spinea e Salzano.

Nella seguente tabella sono indicati i dati relativi alla bonifica veneta forniti da fonti dei Consorzi nell'ambito di un'indagine svoltasi nel 1998. Dalla loro analisi emerge come dei 190.363 ettari pari al totale delle superfici consorziali ricadenti nella provincia di Venezia, solo 67.542 ettari di superficie defluente siano a deflusso naturale e 5.501 ettari a deflusso alternato. Gli ettari di superficie defluente a deflusso meccanico sono ben 117.399, pari al 61,68 % dell'intera superficie dei comprensori ricadenti in provincia; inoltre, considerando per ogni comprensorio di bonifica il rapporto tra gli ettari di terreno totali consorziali e gli ettari di superficie defluente a deflusso meccanico, risulta che i Consorzi di bonifica totalmente soggetti a scolo meccanico, e quindi con maggior numero di centrali idrovore di sollevamento, sono i seguenti: Adige-Bacchiglione, Delta Po-Adige e Polesine Adige-Canalbianco. I Consorzi Basso Piave e Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento sono invece interessati per più del 50 % della loro superficie totale (in provincia di Venezia) da scolo meccanico.

Altro importante dato che emerge dall'analisi della tabella seguente è l'estensione della superficie totale provinciale dei Consorzi di bonifica, soggiacente al livello del mare, pari a 90.669 ettari sui 190.363 ettari totali, equivalente a quasi il 48% dell'intero territorio provinciale.

Ne discende il fatto che solo in una parte limitata della provincia le acque defluiscono naturalmente; in aree molto estese il deflusso idrico superficiale avviene mediante il sollevamento per pompaggio tramite idrovore delle acque, che vengono scaricate a quote più alte.

Superfici soggiacenti al livello del mare (ha)

Adige-Bacchiglione	12.041
Bacchiglione-Brenta	1.850
Basso Piave	30.000
Delta Po-Adige	1.000
Dese-Sile	2.423
Destra Piave	680
Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento	26.165
Polesine Adige-Canalbianco	11.010
Sinistra Medio Brenta	5.500
Totale	90.669

Superficie defluente a deflusso naturale (ha)

Adige-Bacchiglione	0
Bacchiglione-Brenta	7.668
Basso Piave	6.510
Delta Po-Adige	0
Dese-Sile	14.031
Destra Piave	352
Pianura Veneta	21.929
Polesine Adige-Canalbianco	0
Sinistra Medio Brenta	17.052
Totale	67.542

Superficie defluente a deflusso meccanico (ha)

Adige-Bacchiglione	12.611
Bacchiglione-Brenta	1.984
Basso Piave	39.480
Delta Po-Adige	2.610
Dese-Sile	7.945
Destra Piave	2.905
Pianura Veneta	33.960
Polesine Adige-Canalbianco	11.010
Sinistra Medio Brenta	4.894
Totale	117.399

Superficie defluente a deflusso alternato (ha)

Adige-Bacchiglione	0
Bacchiglione-Brenta	646
Basso Piave	1.974
Delta Po-Adige	0
Dese-Sile	553
Destra Piave	0
Pianura Veneta	519
Polesine Adige-Canalbianco	0
Sinistra Medio Brenta	1.809
Totale	5.501

Centrali idrovore di sollevamento (n°)

Adige-Bacchiglione	14
Bacchiglione-Brenta	5
Basso Piave	25
Delta Po-Adige	3
Dese-Sile	8
Destra Piave	0
Pianura Veneta	39
Polesine Adige-Canalbianco	6
Sinistra Medio Brenta	5
Totale	105

Tabella 28

### 3.4.6 Condizioni idrauliche dei compresori di bonifica

Il periodo trascorso dalla bonifica principale del territorio è mediamente di circa sessant'anni. Alcune bonifiche ed i rispettivi impianti risalgono ad epoche anche più lontane, come ad esempio la bonifica Dossi Vallieri, il cui impianto risale al 1852, o la bonifica Foresto Centrale, con impianto di fine '800 ristrutturato nel 1940, o, ancora, le bonifiche di Lova (1890) e del Dogaletto (1895).

Il dimensionamento della rete di bonifica dimostra oggi tutti i suoi limiti in conseguenza del profondo mutamento che ha subito in questi decenni il territorio bonificato.

La rilevante urbanizzazione, che ha modificato in maniera sostanziale le caratteristiche di impermeabilità del suolo e le risposte del suolo stesso ed ha ridotto i volumi di invaso disponibili, ed il manifestarsi di fenomeni meteorologici di particolare avversità ed intensità concorrono a provocare, con drammatica frequenza, fenomeni di allagamento di particolare gravità.

Se a ciò si aggiungono le caratteristiche fisico-territoriali della provincia e cioè la presenza di ampie aree (pari a circa la metà di tutta la provincia) giacenti sotto il livello medio del mare, il fenomeno della subsidenza (per cui alcune zone si abbassano progressivamente di anno in anno di qualche centimetro), il lungo cordone litoraneo esposto all'azione delle mareggiate e della marea (che condiziona il regolare deflusso dei corsi d'acqua) ed altresì le carenze dimensionali/strutturali di canali e manufatti, quali l'insufficienza e/o il malfunzionamento degli impianti idrovore di sollevamento, risulta evidente come, di fatto, tutto il territorio risulta a "*pericolosità idraulica*".

### 3.4.7 Scenari di rischio

Ai fini della determinazione del rischio idraulico è preliminare l'individuazione della pericolosità, cioè della probabilità di accadimento di un evento calamitoso, associata all'altezza della lama d'acqua (h) che l'evento esondativo produce nel territorio indagato.

Un'ulteriore premessa riguarda la situazione idraulica del territorio provinciale (territori di bonifica da una parte, grandi fiumi dall'altra) che per le frequenze e le conseguenze attese a seguito di eventi esondativi vanno necessariamente affrontate in maniera distinta.

#### 3.4.7.1 Pericolosità relativa ai grandi fiumi

Per i grandi fiumi, così come viene indicato negli strumenti di pianificazione sinora adottati (Progetti di Piano di Assetto Idrogeologico) o approvati (Piani di Assetto Idrogeologico), si

prendono in considerazione tre livelli di pericolosità (P1 moderata, P2 media, P3 elevata) in relazione ai corrispondenti livelli di rischio individuati dal DPCM 29/09/98.

Tali livelli di pericolosità coincidono, solo nominalmente, per i vari PPAI.

- Infatti per quanto riguarda il **PAI del Sile-Pianura Veneta tra Piave e Livenza** ed i **PPAI del Lemene e del Fissero - Tartaro - Canalbianco** (le cui Autorità di bacino sono regionali o interregionali), grazie all'applicazione di un modello idrologico per la simulazione dell'evento di piena e di un modello matematico per la simulazione della relativa propagazione, sono stati individuati, in relazione all'entità delle esondazioni derivanti dall'applicazione del modello, i seguenti tre livelli:

- P3 elevata,  $Tr = 50$  anni  $h > 1$
- P2 media,  $Tr = 50$  anni  $0 < h < 1$
- P1 moderata,  $Tr = 100$  anni  $h > 0$

I tempi di ritorno a cui ci si riferisce sono confrontabili con la vita umana e perciò percepibili dall'opinione pubblica; permettono quindi di individuare scelte ed interventi di tipo pianificatorio e/o regolanti le modalità d'uso del territorio.

Viene altresì stabilito che tutto il territorio soggetto a bonifica a scolo meccanico o misto abbia un grado di pericolosità moderata P1.

- Per quanto riguarda il **PPAI del Livenza, del Tagliamento, del Piave, del Brenta-Bacchiglione** (la cui Autorità di bacino è nazionale), i criteri ed i metodi di classificazione sono totalmente diversi: viene infatti assunto quale riferimento esclusivamente l'evento centenario e vengono prese in considerazione altezze di lama d'acqua  $> 1$  m (quota idrometrica massima che si ritiene compatibile con la salvaguardia, l'incolumità e la capacità di movimento di persone e cose).

L'approccio metodologico, per l'individuazione delle aree di pericolosità idraulica, è consistito in:

- applicazione di un algoritmo di calcolo semplificato con cui si determinano le aree allagabili per piene con tempo di ritorno  $Tr = 100$  anni (individuate le tratte critiche – riferite alle condizioni del corso d'acqua in relazione a fattori geomorfologici, topografici ed infrastrutturali, quali presenza di vegetazione e manufatti che limitano la capacità di deflusso, inadeguatezza delle sommità arginali, stato strutturale delle arginature – si è ipotizzata in esse una parziale riduzione della difesa arginale (breccia virtuale, interessante solo la sommità arginale per tutta la lunghezza della tratta critica) e si sono determinate fasce di larghezza variabile interessate da una lama d'acqua non inferiore ad 1 m).
- confronto tra tali aree e quelle risultanti da studi con modelli bidimensionali esistenti o con aree storicamente allagate.

I livelli di pericolosità hanno le seguenti caratteristiche:

- P3 elevata, fasce contigue agli argini storicamente sede di rotte o che presentano condizione di precaria stabilità, di larghezza orientativa pari a 150 m
- P2 media, aree contigue alle precedenti, eventualmente riconosciute come suscettibili di allagamento dalla modellazione idraulica, e fasce contigue agli argini, dove non si sono mai verificate rotte, ma che la modellazione riconosce come critici
- P1 moderata, aree residuali alle aree P2, in quanto storicamente esondate, o alle fasce P2, in quanto segnalate dalla modellazione come suscettibili di un livello idrometrico  $> 1$  m.

Fatte queste premesse si è operato come segue:

- sono stati esaminati i PAI/PPAI sinora adottati/approvati (bacini del Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, Lemene, Sile-Pianura Veneta tra Livenza e

Piave, Adige, Fissero-Tartaro-Canalbianco): i risultati degli studi effettuati ed in particolare le aree di pericolosità in essi individuate sono state, così come suggerito dalle Linee Guida regionali per la predisposizione del Piano Provinciale di Emergenza, recepite e riportate nell'allegata cartografia (All. 19).

Giova precisare che l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, effettuata nei vari PPAI, è avvenuta, come sopra evidenziato, mediante applicazione di modelli matematici idrologico-idraulici, con algoritmi di calcolo più o meno semplificati, con diverse metodologie di approccio, schematizzazione e trattazione. I risultati, conseguentemente, pur nella loro attendibilità necessiterebbero di una omogeneizzazione a livello elaborativo e di attribuzione delle classi di pericolosità che, auspicabilmente, le singole Autorità di Bacino dovranno adottare in un prossimo futuro.

Si deve altresì evidenziare che i limiti amministrativi di bacino non corrispondono, evidentemente, a precisi limiti geografici e pertanto le aree di pericolosità idraulica individuate nei singoli piani spesso vanno a sovrapporsi con quelle derivanti dai bacini limitrofi; si è deciso pertanto, nella cartografia d'insieme che riproduce la pericolosità idraulica dell'intera provincia, di rappresentare le aree che, a parità di territorio interessato, avessero un grado di pericolosità più elevato.

Per simulare gli episodi di piena ed i fenomeni di allagamento nei bacini di pianura della provincia di Venezia è stato utilizzato uno studio (commissionato, a partire dal 1998, dalla Provincia al prof. D'Alpaos dell'Università di Padova) che prevede l'impiego di un modello idraulico di bacino, di tipo bidimensionale (vedasi Appendice 9). Tale modello consente di descrivere, accanto alla rete idrografica naturale ed artificiale, anche la morfologia del territorio adiacente considerando tutti quegli elementi (quali fossati, rilevati stradali, ecc.) che, nell'ipotesi di alluvione, determinano e controllano le modalità con cui le acque esondate si spargono sulle aree circostanti; esso permette altresì di simulare cedimenti arginali, in zone ritenute particolarmente a rischio perché storicamente sede di rotte o con note situazioni di criticità, evidenziandone le conseguenze sul territorio limitrofo. Tali simulazioni sono state riprodotte in All. 20.

Tale studio è stato applicato alla rete idrografica principale e le risultanze dello stesso sono pure riportate, in sintesi, nei paragrafi seguenti, comparandole con i dati emergenti dagli strumenti di pianificazione prodotti, a tutt'oggi, dalle Autorità di bacino e dalla Regione Veneto (piano stralcio per la sicurezza idraulica del medio e basso Tagliamento, piano straordinario delle aree a rischio idraulico e idrogeologico della Regione Veneto).

Si riporta nei paragrafi seguenti un sunto delle principali criticità, evidenziate nelle Relazioni di Piano. Fa eccezione, esclusivamente, il bacino denominato della Laguna di Venezia per il quale non è mai stata istituita la rispettiva Autorità di Bacino.

#### **3.4.7.1.1 Tratto terminale del fiume Tagliamento**

Con delibera del Comitato Istituzionale n° 1 del 03/03/04, l'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione ha adottato il relativo Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

I risultati, illustrati nelle cartografie del PPAI sopra citato, hanno evidenziato, nel territorio della provincia di Venezia, le seguenti principali criticità:

- il ponte ferroviario di Latisana, le cui strutture sono sensibilmente più basse della sommità arginale e creano, oltre ad uno sbarramento al regolare deflusso dell'onda di

piena, una discontinuità nelle arginature e quindi una pericolosa via di esondazione durante le piene dell'ordine centennale;

- l'area a valle dell'incile del Cavrato ad iniziare dall'abitato di Cesarolo, in quanto soggetta ad esondazione per il superamento, in caso di piena centennale, dell'attuale massima portata smaltibile dal Cavrato (pari a 2.000 mc/s);
- la conca di navigazione di Bevazzana, le cui porte vinciane sono a quote inferiori a quelle arginali del Tagliamento ed a quella del franco di sicurezza idraulico; in caso di piene eccezionali potrebbe pertanto verificarsi l'allagamento di zone agricole.

Conseguentemente:

- la porzione di territorio in Comune di S. Michele al Tagliamento (località S. Giorgio al Tagliamento) a monte del ponte ferroviario presenta una pericolosità idraulica P3
- ampie porzioni di territorio in Comune di S. Michele al Tagliamento, a valle dell'incile del Cavrato in destra idrografica del Tagliamento e del Cavrato sino alla foce, presentano pericolosità idraulica P2
- l'intero territorio del Comune di S. Michele al Tagliamento, al di là delle fasce sopra descritte, presenta una pericolosità idraulica P1.

La perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico per le quali è stato dichiarato lo stato di emergenza ai sensi della L. 225/92, operata dalla Regione del Veneto, ha individuato zone a rischio moderato, medio ed elevato (R1, R2, R3) che investono l'intero territorio compreso tra il Cavrato, il Tagliamento e la Litoranea Veneta.

#### **3.4.7.1.2 Tratto terminale del fiume Lemene**

Con delibera del Comitato Istituzionale n° 1 del 26/11/02, l'Autorità di Bacino del fiume Lemene ha adottato il relativo Progetto di Piano di Assetto Idrogeologico.

I risultati, illustrati nel PPAI sopra citato, evidenziano, nel territorio della provincia di Venezia, le seguenti principali criticità:

##### **Tr = 20 - 50 anni**

- nella parte di valle del bacino il sistema arginato mostra di contenere adeguatamente i livelli massimi che dipendono dalle condizioni di marea;
- le esondazioni legate al sistema del Nicesolo ed alla laguna di Caorle non determinano condizioni di rischio idraulico, proprio per la particolarità dell'area interessata (valli inondabili deputate all'assorbimento di volumi di esondazione);
- le aree di esondazione maggiormente estese sono quelle che interessano il sistema di rogge dell'alto Lemene e che coinvolgono principalmente il territorio dei Comuni di Gruaro (per effetto di esondazioni del Lemene e della Roggia Versiola), Portogruaro (per effetto di esondazioni sia in destra che in sinistra della Roggia Versiola a monte dell'autostrada A4), Cinto Caomaggiore (per esondazione dal sistema costituito dal Cao Maggiore e dal Reghena);
- il Reghena, a monte dell'autostrada A4, dà luogo ad esondazioni in sponda destra interessanti il territorio comunale di Portogruaro.

##### **Tr = 100 anni oltre alle criticità già evidenziate con Tr = 50 anni:**

- a monte della confluenza fra Loncon e Lemene si evidenzia, in sinistra idrografica del Loncon, l'esondazione di una vasta area interessante il territorio del Comune di Concordia Sagittaria;
- a valle della confluenza tra Lemene e Roggia Versiola si evidenziano limitati allagamenti di aree abitate a nord di Portogruaro;



- a monte della confluenza tra Lemene e Reghena si verificano esondazioni, sia in destra che in sinistra idrografica, interessanti anche l’abitato a ovest di Portogruaro;
- il territorio a confine tra i comuni di Teglio Veneto e Fossalta di Portogruaro è interessato da esondazioni della Roggia Lugugnana.

E’ da rilevare che alle aree assoggettate a scolo meccanico è stata attribuita “*di default*” una pericolosità P1.

L’applicazione del modello matematico, predisposto dalla Provincia di Venezia, ha evidenziato le ulteriori criticità:

- insufficienze della parte terminale dei due affluenti Fosson e Fossa Fosson del canale Malgher, dovute agli alti livelli idrometrici dei corsi principali che sostengono i livelli negli affluenti oltre il limite di sommità degli argini;
- nella parte meridionale del comprensorio è predominante l’influenza della marea che in presenza di sovrizzo generato dalle portate di piena può provocare tracimazioni nei tratti terminali (canale Maranghetto, canale Cavanella Lungo, vecchio corso del Lemene);
- infiltrazioni diffuse al piede degli argini del Lemene inferiore e del canale Marango possono costituire pericolo di inondazione dei territori circostanti, nel caso di un cedimento degli argini stessi.

### **3.4.7.1.3 Tratto terminale del fiume Livenza**

Con delibera del Comitato Istituzionale n° 2 del 25/02/03, l’Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione ha adottato il relativo Progetto di Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico.

I risultati, illustrati nelle cartografie del PPAI sopracitato, non hanno evidenziato, nel territorio della provincia di Venezia, aree a pericolosità idraulica P3 ma solo le seguenti principali criticità:

- nel territorio comunale di S. Stino di Livenza, in sinistra idrografica, una fascia di larghezza variabile delimitata a nord dal Canale Malgher, ad est dal canale Carretta e da alcune strade comunali - ponderali, ha un livello di pericolosità P2 e residualmente a questa un’ulteriore fascia, pure di larghezza variabile, delimitata dalla SP 61 e da alcune strade comunali di pericolosità P1;
- nel territorio comunale di Torre di Mosto, in destra idrografica una fascia di larghezza variabile delimitata da alcuni scoli di bonifica e dalla SP 62, interessante tra l’altro quasi tutto l’abitato di Torre di Mosto, ha un livello di pericolosità P2 e residualmente a questa un’ulteriore fascia, pure di larghezza variabile, interessante l’area di Prà di Levada, di pericolosità P1;
- in prossimità della foce, il territorio comunale di Caorle, delimitato in destra idrografica dal Canale Commessera, dalle strade provinciali SP 94 e SP 62 ed in sinistra dal Canale Riello ed interessante gli abitati di Caorle e Porto S. Margherita, ha un livello di pericolosità idraulica P1.

L’applicazione del modello matematico, predisposto dalla Provincia di Venezia, ha evidenziato le seguenti criticità:

- nelle immediate vicinanze di S. Stino di Livenza si possono avere riduzioni del franco oltre le soglie di sicurezza già con portate con  $Tr = 20$  anni. La situazione si aggrava ovviamente con onde di piena aventi  $Tr = 100$  anni, nel qual caso sia in destra che in

sinistra del Livenza si verificano diffusi allagamenti che investono gravemente il centro abitato di S. Stino; tale esondazione, seppur di minore gravità, potrebbe verificarsi anche qualora venissero utilizzati i serbatoi di laminazione nei bacini montani del Cellina e del Meduna (peraltro ancora in fase di realizzazione). E' importante sottolineare, peraltro, che le simulazioni modellistiche sono state condotte sulla base di portate massime previste in arrivo a Motta di Livenza che non tengono conto delle possibili esondazioni del Livenza e dei suoi affluenti a monte.

E' bene, a questo punto, precisare che i confini del Bacino idrografico del Livenza, in territorio della provincia di Venezia, coincidono con l'area fluviale della parte terminale dell'asta e che pertanto le aree in destra idrografica, sino alla sinistra idrografica del Piave, rientrano nell'ambito di competenza dell'Autorità di bacino del Sile - Pianura Veneta tra Piave e Livenza, il cui Piano di Assetto Idrogeologico è stato approvato con delibera del Consiglio regionale n° 48 del 27/06/07.

I risultati, illustrati nel PAI sopra citato, evidenziano, nel territorio della provincia di Venezia e relativamente alla sopraddetta area, le seguenti principali criticità:

**Tr = 20 - 50 anni**

- si manifestano fenomeni di allagamento in destra Piavon, per insufficienza delle quote arginali, che interessano l'abitato di Ceggia, con lame d'acqua > 50 cm e che, per l'incapacità a smaltirli della rete idrografica minore del bacino Bella Madonna, si estendono sino oltre l'idrovora Fossà;
- lungo il canale Grassaga si riscontrano, in destra, fenomeni di allagamento che superano il rilevato stradale della SP 55 e vanno ad interessare alcune aree a ridosso dell'autostrada;
- nel comprensorio del Cirgogno si verificano fenomeni di allagamento in località Madonna delle Grazie a monte della strada per Noventa di Piave;
- il canale Commessera, a valle delle porte vinciane che presidiano lo sbocco del canale Brian, è interessato da tracimazioni;
- nei comprensori dell'Ongaro Superiore in prossimità dell'idrovora Cittanova e dell'Ongaro Inferiore in prossimità dell'abitato di Ponte Crepaldo ed in adiacenza al Collettore Principale Terzo si verificano fenomeni di allagamento, determinati dall'insufficienza del reticolo idrografico di bonifica.

**Tr = 100 anni oltre alle criticità già evidenziate con Tr = 50 anni:**

- si aggrava il fenomeno di allagamento dovuto alla tracimazione del canale Piavon, proprio in attraversamento del centro abitato di Ceggia; l'allagamento si estende praticamente sino alla confluenza con il Canale Brian;
- oltre i canali Revedoli - Largon - Commessera è interessato da allagamento il bacino delle Assicurazioni Generali, sia per insufficienza della rete locale che per sormonti puntuali dell'argine sinistro del Commessera.

**3.4.7.1.4 Tratto terminale del fiume Piave**

Con delibera del Comitato Istituzionale n° 1 del 03/03/04, l'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione ha adottato il relativo Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

I risultati, illustrati nelle cartografie del PPAI sopracitato, hanno evidenziato, nel territorio della provincia di Venezia, le seguenti principali criticità:

- È stata rilevata una marcata depressione delle sommità arginali tra S. Donà ed Eraclea nonché una sensibile differenza di quota tra le sommità arginali destra e sinistra nella

tratta che va dal ponte di S. Donà ed il ponte autostradale A4 VE-TS. Si determina una insufficienza della sezione idraulica cui consegue l'insufficienza dell'attuale capacità di portata rispetto ai valori al colmo delle massime piene.

Conseguentemente:

- nei territori comunali di Noventa di Piave, S. Donà di Piave, Eraclea in sinistra idrografica e di Fossalta di Piave, Musile di Piave, S. Donà di Piave e Jesolo in destra idrografica fasce di larghezza variabile, presentano un livello di pericolosità P2; al di là di esse ulteriori fasce, pure di larghezza variabile, hanno un livello di pericolosità P1;
- nei territori comunali di Musile di Piave e S. Donà di Piave, in località Intestadura, si evidenzia una fascia con livello di pericolosità P3 a cavallo dell'incile della Piave Vecchia;
- in prossimità della foce, un'ampia zona del territorio comunale di Jesolo, delimitata dal Canale Cavetta e dalla foce del Sile, ha un livello di pericolosità idraulica P1.
- sono stati evidenziati alcuni punti di discontinuità critici: il ponte dell'autostrada A4 VE-TS a monte di Noventa di Piave, il ponte ferroviario a monte di S. Donà di Piave ed il ponte stradale di S. Donà hanno l'intradosso a quota inferiore a quella massima raggiunta dalla piena centenaria e costituiscono pertanto un serio ostacolo al deflusso della piena ma anche il rischio di rigurgiti nelle sezioni immediatamente a monte.

E' bene, a questo punto, precisare che i confini del Bacino idrografico del Piave, in territorio della provincia di Venezia, coincidono con l'area fluviale della parte terminale dell'asta e che pertanto sia le aree in destra idrografica che quelle in sinistra idrografica del fiume rientrano nell'ambito di competenza dell'Autorità di bacino del Sile - Pianura Veneta tra Piave e Livenza, il cui Piano di Assetto Idrogeologico è stato approvato con delibera del Consiglio regionale n° 48 del 27/06/07.

Per le criticità evidenziate nel PAI sopraccitato si rimanda ai paragrafi relativi al fiume Livenza ed al fiume Sile.

L'applicazione del modello matematico, predisposto dalla Provincia di Venezia, ha evidenziato le seguenti criticità:

- il tratto arginato, che percorre il territorio della Provincia di Venezia sino al mare, è storicamente quello più di frequente assoggettato alle esondazioni del Piave: nel tratto Ponte di Piave - foce la capacità di contenimento dell'alveo è limitata ad eventi con tempo di ritorno trentennale;
- in particolare, si possono verificare esondazioni nei tratti a valle di Intestadura, dove le quote arginali sono depresse ed il fondo del fiume si alza ;
- in presenza di alte maree eccezionali, già con portate cinquantenarie, possono verificarsi insufficienze arginali lungo i canali Cavetta e Revedoli, interessanti le località Revedoli e Cortellazzo;
- è stato evidenziato (dal modello di simulazione) che, in condizioni di alte maree eccezionali e di onde di piena centenarie tali da provocare l'esondazione a valle di Intestadura, si possono verificare, per le caratteristiche geomorfologiche del territorio, importanti allagamenti, interessanti principalmente l'abitato di Passarella ma, nella loro evoluzione, anche Cortellazzo e, tramite i canali di bonifica, i terreni a nord dell'abitato di Jesolo;

- eventuali rotte arginali tra Zenson e Candelù, in provincia di Treviso, avrebbero notevoli conseguenze nel territorio della provincia di Venezia con allagamenti degli abitati di Fossalta e Musile di Piave e delle campagne circostanti.

#### **3.4.7.1.5 Tratto terminale del fiume Sile**

Con delibera del Consiglio regionale n° 48 del 27/06/07 è stato approvato il Piano di Assetto Idrogeologico predisposto dall’Autorità di bacino del fiume Sile e della Pianura Veneta tra Piave e Livenza.

I risultati, illustrati nel PAI sopracitato, evidenziano, nel territorio della provincia di Venezia e relativamente al Sile, le seguenti principali criticità:

##### **Tr = 20 - 50 anni**

- la fuoriuscita dal Sile, a valle dell’Isola del Morto, scendendo lungo la rete minore interessa, con condizioni di incipiente allagamento, zone prossime all’abitato di Quarto d’Altino;
- superfici di una certa estensione si allagano in destra Sile, in zone basse tra il fiume e la laguna, lasciando però franche dalle acque le strade principali, territori peraltro esterni al bacino in quanto scolanti nella Laguna di Venezia;
- lungo il Taglio del Sile, in sinistra, si evidenzia una condizione di sofferenza idraulica dei terreni bonificati, la cui estensione è incrementata per problemi legati all’insufficienza della rete di scolo;
- per le stesse cause estese superfici si allagano nel bacino di Cavazuccherina;
- le zone in destra e sinistra al Canale Cavetta sono interessate da allagamento, spesso in dipendenza dei livelli di marea;
- le condizioni di sofferenza idraulica del bacino di Ca' Gamba si estendono fino al limite della fascia costiera interessando Jesolo Lido;
- in destra Sile, all’esterno dell’ambito del bacino, ampie superfici si allagano all’inizio del litorale del Cavallino.

##### **Tr = 100 anni oltre alle criticità già evidenziate con Tr = 50 anni:**

- in località Quarto d’Altino è confermata la tendenza all’allagamento da parte delle acque uscite dal Sile più a monte;
- si osservano un inizio di allagamento oltre il rilevato della ferrovia Venezia-Trieste e fenomeni locali di esondazione dal reticolo idrografico minore;
- sono confermate in sinistra del Taglio fenomeni di allagamento legati all’insufficienza della rete di bonifica del comprensorio di Caposile e più a valle, oltre Caposile, i problemi sono dovuti soprattutto agli effetti della marea lungo il Canale Cavetta;
- si confermano condizioni di sofferenza idraulica a Jesolo paese in destra Cavetta, all’attacco del canale con il Sile.

E’ da rilevare che alle aree assoggettate a scolo meccanico è stata attribuita “di default” una pericolosità P1.

L’applicazione del modello matematico predisposto dalla Provincia di Venezia ha evidenziato le ulteriori criticità:

- arginature dissestate del Sile, del Siloncello possono costituire pericolo di inondazione dei territori circostanti, in concomitanza con stati di alta marea eccezionale nella laguna di Venezia.

#### **3.4.7.1.6 Bacino della Laguna di Venezia**

L'Autorità di Bacino di rilievo regionale "Laguna di Venezia" non è mai stata formalmente istituita: allo stato attuale, pertanto, non risulta adottato alcun PPAI, anche se gli uffici regionali competenti vi hanno lungamente lavorato.

L'evoluzione normativa (D.Lgs. 152/06), come sopra descritto, ha profondamente ridefinito i confini dei bacini idrografici e le relative competenze. Di fatto è verosimile che la sopra citata Autorità di Bacino non veda mai la luce (e tanto meno il detto strumento di pianificazione).

Si fa pertanto riferimento all'applicazione del modello matematico predisposto dalla Provincia di Venezia.

Il funzionamento idraulico del sistema, nelle sezioni poste più a valle, risulta fortemente condizionato dall'andamento delle maree e delle mareggiate nell'Adriatico settentrionale, che possono sostenere i livelli idrometrici alle foci dei corsi d'acqua nella Laguna di Venezia; in condizioni di piena si possono verificare esondazioni in corrispondenza delle immissioni dei corsi d'acqua minori nella parte alta dei fiumi Dese, Zero e Marzenego. Nella parte meridionale i rischi di allagamento sono principalmente legati alle condizioni di marea alle foci in laguna.

Le portate di piena più gravose, soprattutto se associate a condizioni di marea eccezionale, danno luogo:

- ad esondazioni, nella parte alta dei bacini, essenzialmente dai canali costituenti la rete minore,
- ad allagamenti diffusi e generalizzati nella parte meridionale dei bacini, per insufficienza delle reti di bonifica, e nelle zone più vicine alla laguna per rigurgito provocato dall'alta marea.

#### **Territorio compreso fra Marzenego e Brenta**

Lo studio con modello matematico, per la molteplicità dei corsi d'acqua presenti, per la presenza di numerosissimi manufatti idraulici e per gli scarsi dati idrologici ed idraulici disponibili, è stato applicato al solo bacino del Brenta.

Per eventi di piena con  $Tr = 100$  anni, il territorio adiacente al fiume Brenta, nel tratto che va da Stra a Codevigo, è potenzialmente a rischio di allagamento. Infatti il Piovego, che confluisce nel Brenta a Stra, può, in occasione di piene eccezionali, essere rigurgitato dal fiume maggiore. Secondo la simulazione le esondazioni del Piovego, per effetto delle pendenze dei terreni, tendono a propagarsi verso sud in adiacenza all'argine destro del Brenta e possono potenzialmente investire un'area piuttosto vasta che interessa gli abitati di Tombelle e Vigonovo (anche se la lama d'acqua risulta generalmente di modesta entità: inferiore ad 1 m).

#### **3.4.7.1.7 Tratto terminale del Brenta-Bacchiglione**

Con delibera del Comitato Istituzionale n° 1 del 03/03/04, l'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione ha adottato il relativo Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

I risultati, illustrati nelle cartografie del PPAI sopra citato, hanno evidenziato, nel territorio della provincia di Venezia, le seguenti principali criticità:

- il corso terminale del Brenta è sottodimensionato rispetto alle portate centennali dell'intero sistema fluviale Brenta-Bacchiglione-Gorzone, le cui aste possono contemporaneamente essere interessate da piene di gravità confrontabile

- anche nei tratti terminali del Bacchiglione e del Gorzone si manifesta, con eventi caratterizzati da tempo di ritorno di 50 anni, il superamento delle sommità arginali.

Conseguentemente:

- o nel territorio comunale di Chioggia, la porzione compresa tra il Brenta ed il Bacchiglione, sino alla loro confluenza, presenta una pericolosità idraulica P3; in destra idrografica del Bacchiglione un'ampia fascia di larghezza variabile presenta un livello di pericolosità P2; in sinistra idrografica del Brenta, sino allo sbocco in laguna del canale Novissimo, è presente una stretta fascia a pericolosità P2 ed al di là di essa un'ulteriore fascia, estesa sino alle barene, con un livello di pericolosità P1;
- o nel territorio comunale di Cavarzere (e parte nel territorio di Chioggia), in destra idrografica del Fiume Gorzone, a partire dal ponte del Bacino sino alla confluenza nel Brenta, sono presenti alcune fasce di larghezza variabile a pericolosità idraulica P2.

L'applicazione del modello matematico, predisposto dalla Provincia di Venezia, ha evidenziato le seguenti criticità:

- portate con  $Tr = 50$  anni potrebbero dare luogo ad esondazioni del Brenta nel tratto tra Conche e Ca' Bianca: in tali casi, secondo le simulazioni, gli allagamenti si estenderebbero, in sinistra del fiume, alle campagne del bacino Trezze fino ad interessare l'abitato di Valli e, in destra, all'area compresa tra Brenta e Bacchiglione; Gli allagamenti resterebbero comunque confinati tra gli argini del Canale Taglio Nuovissimo, del Bacchiglione ed il rilevato della SS. Romea;
- in conseguenza di livelli idrometrici sostenuti nel sistema Brenta - Bacchiglione, il tratto terminale del canale Gorzone potrebbe, per effetti di rigurgito, non riuscire a contenere la concomitante onda di piena in arrivo da monte dando luogo ad allagamenti (per sormonto delle arginature) in destra verso l'abitato di Valcerere Dolfina ed i bacini di S. Pietro e delle Bebbe ed in sinistra verso i bacini delle idrovore di Punta Gorzone, bacino Orientale e Foresto Centrale;
- portate con  $Tr = 100$  anni oltre a dare origine a conseguenze analoghe a quelle sopraccitate, seppur amplificate nelle loro conseguenze, potrebbero provocare in aggiunta modeste esondazioni del Bacchiglione nel tratto tra Conche e Ca' Bianca, peraltro contenute tra il Bacchiglione stesso e l'argine del Canal Morto.

#### **3.4.7.1.8 Tratto terminale del fiume Adige**

Con delibera del Comitato Istituzionale n° 1 del 18/12/01 l'Autorità di bacino nazionale del fiume Adige ha adottato il relativo Progetto di Piano Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico.

I risultati, illustrati nel PPAI sopraccitato, non evidenziano, nel territorio della provincia di Venezia alcuna criticità, anche in considerazione del fatto che la delimitazione del bacino, nel tratto terminale del corso d'acqua, viene fatta corrispondere con l'unghia dell'argine.

#### **3.4.7.1.9 Territorio compreso fra l'Adige ed il confine meridionale della provincia di Venezia**

La porzione di territorio in esame rientra nell'ambito di competenza dell'Autorità di bacino del Fiume Fissero - Tartaro e Canalbianco che con delibera del Comitato Istituzionale n° 1 del 12/04/02 ha adottato il relativo Progetto di Piano di Assetto Idrogeologico.

Nel predetto PPAI si è fatto riferimento alla sola rete idrografica principale, cioè ai corsi d'acqua di dimensioni maggiori in termini sia geometrici che di portate; sono stati esclusi, pertanto, probabili stati di esondazione riconducibili alla rete minore che, pur potendo avere elevata ricorrenza, hanno di norma intensità contenuta e quindi tali da non generare gravi sofferenze per la popolazione.

Con questi presupposti non sono state evidenziate criticità nel territorio in provincia di Venezia.

E' da rilevare che alle aree assoggettate a scolo meccanico è stata attribuita "di default" una pericolosità P1.

### **3.4.7.2 Pericolosità idraulica relativa ai Consorzi di bonifica**

In conseguenza delle profonde trasformazioni descritte al paragrafo 3.4.6 e dei cambiamenti climatici in atto, si determina una generalizzata carenza degli elementi necessari per una puntuale ed attendibile individuazione degli allagamenti in funzione dei tempi di ritorno o dello spessore della lama d'acqua.

Relativamente alla cosiddetta rete minore si è pertanto stabilito, d'intesa con i Consorzi stessi, di rappresentare le aree che sono state recentemente allagate (negli ultimi 5-7 anni) senza attribuire loro un grado di pericolosità (e cioè di *probabilità di accadimento di un evento calamitoso*) ma con una funzione esclusivamente conoscitiva di alcune situazioni di criticità, il più delle volte correlate a intensi fenomeni meteorologici localizzati, a scorretto uso del suolo ed in minor misura a mancati adeguamenti e cattivo funzionamento delle opere, dei manufatti e degli impianti di deflusso delle acque.

Si è viceversa ritenuto opportuno assoggettare l'intero territorio provinciale ad una "potenziale pericolosità idraulica" mettendo con ciò in evidenza la sua estrema fragilità e la possibilità che, in particolari circostanze e con eventi di particolare intensità, si verificano allagamenti pressoché ovunque.

Per la descrizione dei singoli comprensori si rimanda all'Appendice 8.

## **3.5 Rischi derivanti da eventi meteorologici**

### **3.5.1 I fattori di rischio climatico e le azioni di supporto meteorologico alle attività di protezione civile**

Lo studio sul rischio meteorologico (vedasi Appendice 10) è stato eseguito mediante una collaborazione tra l'Amministrazione Provinciale di Venezia ed il Centro Meteorologico di Teolo dell'A.R.P.A.V.

Nel paragrafo 3.5.2 vengono analizzate le caratteristiche climatiche ed i principali fattori di rischio meteorologico riscontrabili nel territorio della provincia.

Nel paragrafo 3.5.3 vengono descritte le attività di previsione e monitoraggio meteorologico svolte dal Centro di Teolo, sia in condizioni ordinarie che di allerta meteorologica.

### **3.5.2 Caratterizzazione meteoclimatica della provincia di Venezia**

#### **3.5.2.1 Premessa**

Lo studio, finalizzato all'inquadramento delle principali caratteristiche meteoclimatiche della provincia di Venezia, si è basato sull'analisi di dati secondo tre approcci:

- analisi delle interazioni fra le componenti meteorologiche e geografiche riscontrabili nel territorio in esame;
- determinazione delle frequenze di fenomeni meteorologici per l'individuazione delle distribuzioni di probabilità.
- individuazione di valori di soglia per livelli crescenti di criticità dell'evento.

Nel primo caso si sono analizzati i valori medi di temperatura e precipitazione osservandone la loro distribuzione sul territorio, sia sulla base delle serie storiche a disposizione, relative al trentennio 1961-1990, che della banca dati decennale archiviata presso il Centro Meteorologico di Teolo. Per quest'ultima serie di dati, oltre ai valori di precipitazione e temperatura, è stato inoltre analizzato il vento. Attraverso il secondo tipo di approccio si sono invece studiate le frequenze relative con cui determinati eventi meteorologici si distribuiscono nel tempo e nello spazio, stabilendone, ove possibile a seconda della disponibilità di dati, i livelli di probabilità relativi al verificarsi di determinate situazioni. Nell'ultimo caso, infine, si è cercato di individuare dei valori di riferimento relativi all'evento in esame in grado di determinare vari gradi di criticità sul territorio.

Nel presente piano si trovano pertanto indicazioni relative ai dati medi del trentennio 1961-1990, unite ad indicazioni di distribuzione stagionale e ad indicazioni di frequenza (es. tempi di ritorno delle precipitazioni). Tali dati sono poi stati confrontati con i valori rilevati nel periodo 1992-2004 dalle stazioni automatiche di telemisura gestite dal Centro Meteorologico di Teolo. Nell'operare tale confronto è stato necessario considerare la diversa distribuzione spaziale delle stazioni di monitoraggio e la strumentazione utilizzata. Nell'All. 22 si riportano le elaborazioni eseguite.

#### **3.5.2.2 Caratteristiche generali del clima veneto e della provincia di Venezia**

Il clima del Veneto, pur rientrando nella tipologia mediterranea, presenta proprie peculiarità, dovute principalmente al fatto di trovarsi in una posizione climatologicamente di transizione, sottoposta per questo a varie influenze: l'azione mitigatrice delle acque mediterranee, l'effetto orografico della catena alpina e la continentalità dell'area centro-europea. In ogni caso sono molto attenuate alcune delle caratteristiche tipicamente mediterranee quali l'inverno mite e la siccità estiva.



Nel territorio della provincia di Venezia, che si estende lungo la fascia costiera dell'Alto Adriatico, dalla foce del F. Tagliamento a Nord, alla foce del F. Adige a Sud, si possono distinguere in particolare due grandi zone, contraddistinte da caratteristiche climatiche diverse a causa della differente azione che esercita il mare su tali territori: la zona litoranea, più prossima al mare, e la zona interna con caratteristiche più simili a quelle della pianura continentale.

Nella zona litoranea l'azione mitigatrice delle acque risulta però limitata: da una parte in quanto si è in presenza di un mare interno, stretto e poco profondo, dall'altra per la loro posizione, in grado di mitigare solo le masse d'aria provenienti dai settori sud-orientale e orientale. Così le temperature invernali, pur mitigate, risultano comunque basse, in particolare per le incursioni della bora, fredda e asciutta da NE.

Inoltre la fascia litoranea è caratterizzata dall'alternanza di brezze tipica del periodo caldo in situazioni prevalentemente anticicloniche.

La zona interna comprende quelle aree della provincia di Venezia più distanti dalla costa, che corrispondono ai comprensori più interni del portogruarese, a Nord-Est, del miranese e della Riviera del Brenta, a Ovest. In queste aree l'azione mitigatrice del mare diventa meno significativa accentuando quelle caratteristiche climatiche più tipiche della pianura veneta. Tale zona è quindi contraddistinta da un clima di tipo un po' più continentale, con estati leggermente più calde ed inverni leggermente più rigidi rispetto alle zone litoranee. La ventilazione risulta mediamente più limitata soprattutto nei regimi di brezza del periodo caldo mentre sul fronte delle precipitazioni in estate vi sono temporali piuttosto frequenti e spesso grandinigeni.

Prevale in inverno una situazione di inversione termica che, accentuata da una ventosità più limitata, favorisce l'accumulo dell'umidità, che dà luogo alle nebbie, e l'aumento della concentrazione degli inquinanti rilasciati al suolo che arrivano di frequente a valori elevati nelle aree urbane.

Tipiche peculiarità del clima della provincia di Venezia, di seguito riportate, sono state brevemente descritte nello studio:

- nebbia
- afa
- attività temporalesca estiva, grandine e trombe d'aria
- la Bora e lo Scirocco

Per quanto concerne l'attività temporalesca estiva accompagnata spesso da grandine e trombe d'aria si rimanda al paragrafo 3.5.2.3.4.

### **3.5.2.3 Analisi dei dati**

Lo studio delle caratteristiche meteo-climatiche del territorio della provincia di Venezia è stato eseguito attraverso l'analisi e l'elaborazione dei principali parametri meteorologici registrati dalle stazioni disponibili, anche in territori esterni alla provincia. L'indagine ha riguardato in particolare i dati medi di precipitazione e temperatura per i periodi 1961-1990 e 1992-2002 mentre per le precipitazioni di massima intensità e per il vento sono stati analizzati rispettivamente i dati del solo periodo 1992-2004 e 1992-2002, raccolti dalla rete regionale di monitoraggio del Centro Meteorologico di Teolo in quanto per il trentennio 1961-1990 i dati di ventosità non sono disponibili (se non per la sola stazione di Venezia) mentre per le precipitazioni di massima intensità i dati non presentano una continuità e una distribuzione sul territorio accettabili ai fini del presente piano.

Relativamente alle caratteristiche pluviometriche e termometriche si sono voluti rappresentare i principali risultati delle elaborazioni eseguite, attraverso delle mappe di distribuzione delle

precipitazioni e delle temperature, valide per il territorio provinciale. Per la costruzione delle carte di distribuzione si è fatto ricorso al calcolo dei valori di interesse a livello puntuale (medie mensili, stagionali o annue calcolate su tutte le stazioni disponibili del territorio regionale) con successiva estensione areale mediante interpolazione spaziale (secondo la metodologia del *kriging*) e focalizzazione dei risultati sul solo territorio della provincia di Venezia.

### 3.5.2.3.1 Precipitazioni

#### □ Precipitazioni stagionali

Per valutare l'andamento delle precipitazioni nel corso dell'anno sono stati analizzati i dati disponibili delle cumulate medie di pioggia a livello stagionale, sia per il trentennio 1961-1990 che per il periodo 1992-2002 (Allegato 22 Figg. da 1 a 4).

Il regime pluviometrico annuo in provincia di Venezia può considerarsi, come per gran parte del territorio regionale, di tipo "equinoziale", con massimi ratei di pioggia nelle stagioni primaverile e autunnale. La stagione più secca è mediamente l'inverno mentre in estate, di solito, non si registrano periodi di forte siccità grazie alle precipitazioni di origine temporalesca che però risultano spesso intense e di breve durata.

#### □ Precipitazioni annuali

La precipitazione media annua, considerando i dati del periodo 1961-1990 e 1992-2002, evidenzia una distribuzione delle piogge nel territorio crescente verso nord. Si nota comunque una diminuzione abbastanza generale dei valori negli ultimi anni rispetto ai valori di riferimento storici, con una maggiore estensione, nella fascia centrale della provincia, delle piogge comprese tra 700 e 800 mm ed una zona più limitata con precipitazioni superiori ai 900 mm.

PRECIPITAZIONI ANNUALI DEI COMUNI DELLA PROVINCIA DI VENEZIA						
(periodo 1992-2005)						
Allegato E1 del Dgr. N. 2439 del 07/08/2007						
COMUNE	Precipitazione media		90° Percentile		Precipitazione massima	
	millimetri	classe	millimetri	classe	millimetri	classe
Annone Veneto	983	900	1239	1200	1347	1300
Campagna Lupia	808	800	1042	1000	1115	1100
Campolongo M.	813	800	1050	1000	1103	1100
Camponogara	825	800	1055	1000	1132	1100
Caorle	857	800	1096	1000	1153	1100
Cavallino	805	800	1096	1000	1157	1100
Cavarzere	751	700	995	900	1026	1000
Ceggia	912	900	1151	1100	1218	1200
Chioggia	783	700	1042	1000	1097	1000
Cinto Caomaggiore	1056	1000	1301	1300	1413	1400
Cona	765	700	1008	1000	1040	1000
Concordia Sagittaria	939	900	1168	1100	1252	1200
Dolo	839	800	1067	1000	1164	1100
Eraclea	841	800	1118	1100	1158	1100
Fiesso d'Artico	845	800	1087	1000	1167	1100
Fossalta di Piave	894	800	1153	1100	1226	1200

Fossalta di Portogruaro	1014	1000	1227	1200	1274	1200
Fossò	828	800	1067	1000	1131	1100
Gruaro	1062	1000	1295	1200	1392	1300
Jesolo	820	800	1103	1100	1147	1100
Marcon	861	800	1121	1100	1246	1200
Martellago	879	800	1121	1100	1246	1200
Meolo	877	800	1150	1100	1245	1200
Mira	828	800	1058	1000	1163	1100
Mirano	864	800	1101	1100	1220	1200
Musile di Piave	865	800	1128	1100	1201	1200
Noale	901	900	1149	1100	1287	1200
Noventa di Piave	907	900	1149	1100	1211	1200
Pianga	859	800	1109	1100	1197	1100
Portogruaro	977	900	1201	1200	1282	1200
Pramaggiore	1027	1000	1281	1200	1396	1300
Quarto d'Altino	857	800	1129	1100	1237	1200
S. Donà di Piave	878	800	1123	1100	1180	1100
S. Maria di Sala	879	800	1135	1100	1239	1200
S. Michele al Tagliamento	913	900	1124	1100	1182	1100
S. Stino di Livenza	918	900	1164	1100	1251	1200
Salzano	884	800	1122	1100	1264	1200
Scorzè	904	900	1142	1100	1302	1300
Spinea	859	800	1090	1000	1222	1200
Stra	841	800	1084	1000	1158	1100
Teglio Veneto	1049	1000	1271	1200	1341	1300
Torre di Mosto	895	800	1147	1100	1216	1200
VENEZIA	828	800	1089	1000	1143	1100
Vigonovo	836	800	1084	1000	1143	1100

**Tabella 29** - Precipitazioni annuali dei comuni della provincia di Venezia (Allegato E1 del Dgr. n. 2439 del 07/08/2007)

#### □ **Precipitazioni di massima intensità e loro frequenza probabile**

L'analisi degli eventi pluviometrici intensi è stata eseguita sulla base dei dati di massima precipitazione annua per le durate da 5 minuti a 5 giorni, provenienti dalla rete di monitoraggio regionale per il periodo 1992-2004 (Allegato 22 Figg. da 5 a 10).

L'elaborazione statistico-probabilistica ha permesso di stimare le altezze massime di precipitazione per assegnati tempi di ritorno che rappresentano il numero medio di anni entro cui il valore di pioggia calcolato viene superato una sola volta. In conclusione è stato possibile redigere le carte provinciali della piovosità per le durate ed i tempi di ritorno esaminati ovvero delle altezze di pioggia che, per le durate di 15 minuti, 1 ora, 6 ore, 24 ore, 3 giorni e 5 giorni, ci si attende non vengano superate, a meno di un rischio valutato attraverso il tempo di ritorno (2, 5, 10, 25 anni).

Dato il limite temporale delle serie disponibili, dal 1992 al 2004 (13 anni), è opportuno ricordare che non si è proceduto al calcolo delle precipitazioni con tempi di ritorno superiori ai 25 anni in quanto l'estrapolazione sarebbe troppo estesa in rapporto all'ordine di grandezza delle serie.

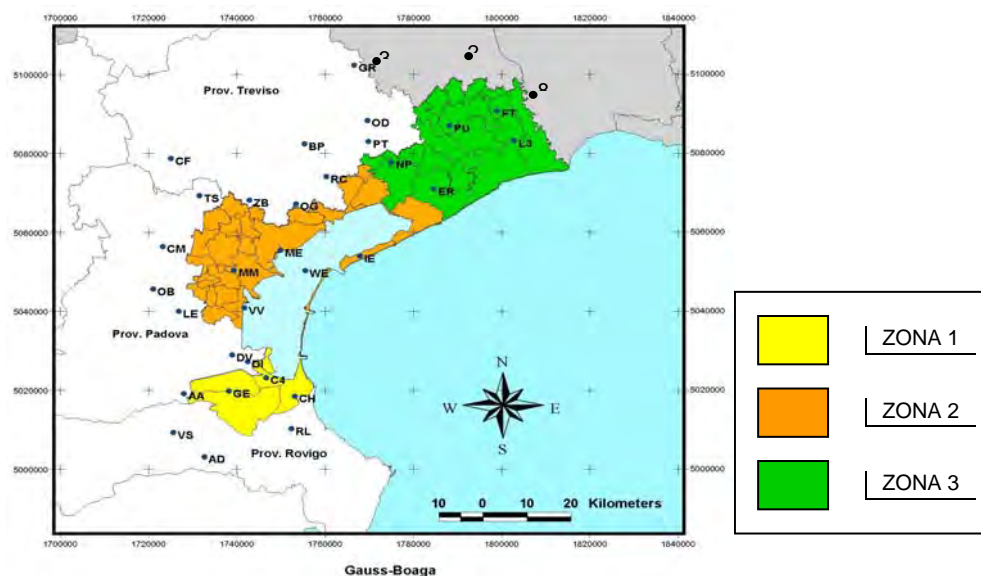
### □ Soglie pluviometriche

Le precipitazioni rappresentano un indicatore fondamentale nell'insorgenza del rischio idrogeologico ed idraulico. Per tale motivo è stato condotto uno studio mirato all'individuazione di valori di soglia pluviometrica da utilizzare quali indici di pericolosità per il preannuncio di eventi critici dal punto di vista idraulico ed idrogeologico.

Lo studio condotto sul territorio provinciale è stato rivolto all'individuazione delle soglie pluviometriche associate a fenomeni di allagamento puntuale, legati sostanzialmente alla rete idrografica minore, escludendo quindi dall'analisi il rischio idraulico legato ai fiumi maggiori. I valori soglia così individuati possono essere utilizzati operativamente quali parametri per la determinazione del probabile manifestarsi di eventi critici per il territorio nell'ambito del sistema di allertamento ai fini di protezione civile in linea con quanto indicato nella Direttiva del P.C.M. del 27.02.2004 per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico.

Ai fini dell'analisi del rischio legato ai fenomeni meteorologici, il territorio provinciale è stato suddiviso in tre zone (Figura 18), secondo criteri di natura climatica e geografico-amministrativa:

- la zona 1 (meridionale) comprende i comuni di Chioggia, Cona e Cavarzere;
- la zona 2 (centrale) comprende i comuni della Riviera del Brenta, del Miranese e del Veneziano;
- la zona 3 (nord-orientale) comprende i comuni del Sandonatese (con l'esclusione dei comuni di Eraclea e Cavallino-Treporti) e del Portogruarese.



**Figura 18** - Suddivisione in tre zone del territorio provinciale, in relazione all'analisi di rischio meteorologico.

Il lavoro di analisi ha permesso l'individuazione di un sistema di soglie pluviometriche valido per il territorio provinciale, al superamento delle quali è possibile attendersi effetti al suolo potenzialmente in grado di provocare a livello locale dissesti di natura idrogeologica o idraulica, specialmente a carico della rete minore ed urbana.

La metodologia applicata ha fatto riferimento al concetto di causa/effetto inteso come relazione tra eventi naturali (precipitazioni) ed impatto sul territorio, sulla cui conoscenza è possibile impostare, seppure in modo indicativo, delle procedure di previsione e monitoraggio degli effetti sul territorio, con finalità di allertamento. L'analisi storica degli eventi di dissesto,

classificati secondo tre livelli di criticità crescente, incrociata con i dati pluviometrici registrati, ha permesso l'individuazione di una serie di valori soglia relativi alle precipitazioni, validi per sottozone del territorio provinciale, in funzione della durata della pioggia e delle condizioni antecedenti di umidità del suolo.

Il parametro relativo allo stato idrologico del suolo viene introdotto per tener conto della dipendenza dei processi idrologici e idrogeologici dal grado di saturazione dei suoli. Lo stato idrologico viene espresso in termini di indice AMC (*Antecedent Moisture Condition*) del *Soil Conservation Service* (SCS) che classifica lo stato idrologico dei suoli in base alle piogge dei 5 giorni precedenti l'evento e al periodo vegetativo.

Nella tabella seguente sono riportati i valori limite di piovosità proposti dal SCS ai fini della classificazione dello stato idrologico dei suoli.

Classificazione delle condizioni di umidità al suolo antecedenti secondo il metodo del SCS		
Pioggia cumulata dei 5 giorni precedenti (mm)		
Gruppo AMC	Periodo vegetativo	Riposo vegetativo
I (secco)	< 35	< 13
II (umido)	35 ÷ 53	13 ÷ 28
III (molto umido)	53	> 28

**Tabella 30** – Classificazione delle condizioni di umidità al suolo secondo il metodo del SCS.

Una volta stabiliti i valori del tempo di ritorno critici, è stato possibile stimare le corrispondenti soglie pluviometriche puntuali (espresse in mm) valide per le singole zone, a seconda della durata della pioggia (intervallo temporale) e del livello di criticità atteso.

Nelle tabelle che seguono sono riassunti per ciascuna zona i valori di soglia pluviometrica puntuale stimati a seconda del livello di criticità, della durata della pioggia e del livello di umidità antecedente dei suoli (indice AMC).

AMC II-III (umido, molto umido)		SOGLIE (mm)		
DURATA PIOGGIA	TR CRITICO (anni)	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
30 min	3-4	31	33	32
1 ora	3-4	40	40	39
3 ore	2	42	41	42
6 ore	2	49	48	48
12 ore	2	57	56	57
24 ore	2	65	66	69
2 giorni	2	71	70	81
3 giorni	2	80	83	92

AMC I (secco)		SOGLIE (mm)		
DURATA PIOGGIA	TR CRITICO (anni)	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
30 min	3-4	31	33	32
1 ora	3-4	40	40	39
3 ore	3	49	49	48
6 ore	3	59	57	54
12 ore	3	70	66	65
24 ore	3	83	79	81
2 giorni	3	90	83	98
3 giorni	3	99	99	113

**Tabella 31** – Criticità ordinaria

**AMC II-III (umido, molto umido)****SOGLIE (mm)**

DURATA PIOGGIA	TR CRITICO (anni)	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
30 min	5	34	36	36
1 ora	5	44	45	43
3 ore	5	58	58	55
6 ore	5	69	67	62
12 ore	5	85	77	75
24 ore	4	95	87	88
2 giorni	4	102	91	109
3 giorni	4	112	110	126

**AMC I (secco)****SOGLIE (mm)**

DURATA PIOGGIA	TR CRITICO (anni)	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
30 min	5	34	36	36
1 ora	5	44	45	43
3 ore	5	58	58	55
6 ore	5	69	67	62
12 ore	5	85	77	75
24 ore	5	104	93	94
2 giorni	5	111	97	118
3 giorni	5	121	117	136

**Tabella 32** - Criticità moderata**AMC I-II-III (secco, umido, molto umido)****SOGLIE (mm)**

DURATA PIOGGIA	TR CRITICO (anni)	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
30 min	11	40	43	43
1 ora	11	53	54	52
3 ore	11	71	71	65
6 ore	11	84	81	73
12 ore	11	106	93	89
24 ore	10	129	111	111
2 giorni	10	138	115	142
3 giorni	10	147	140	165

**Tabella 33** - Criticità elevata**3.5.2.3.2 Temperature**

Le caratteristiche termometriche del territorio della provincia di Venezia risultano, rispetto ai territori limitrofi interni della pianura veneta, influenzate, seppur in modo abbastanza limitato, dalla presenza del mare.

Sono state analizzate le distribuzioni dei valori medi annuali delle temperature massime e minime, calcolate per il periodo di riferimento 1961-1990 e per il periodo 1992-2002 (Allegato 22; Figg. 11 e 12). Le distribuzioni sul territorio risultano abbastanza omogenee per le temperature massime, sia per il trentennio storico, con valori generalmente compresi tra 16 e 19 °C, che per l'ultimo decennio in cui i valori risultano leggermente più elevati e compresi generalmente tra 18 e 20 °C. La zona mediamente più calda nei riguardi delle temperature massime risulta posizionata nell'entroterra nord-orientale della provincia.

Relativamente alla media annuale delle temperature minime si nota maggiormente, rispetto ai valori termici massimi, l'effetto mitigatore del mare che determina una diminuzione delle temperature minime procedendo verso l'interno del territorio.

Le distribuzioni dei valori di temperatura massima e minima su base stagionale confermano generalmente le caratteristiche evidenziate a livello annuo, con valori massimi estivi in

aumento e valori minimi in diminuzione allontanandoci dalla costa. Le zone interne evidenziano quindi un regime più continentale, con maggiori escursioni termiche annue e con circolazioni dei venti (soprattutto le brezze) più deboli rispetto alla fascia litoranea.

### **3.5.2.3.3 Vento**

L'analisi dei venti si è basata sui dati raccolti dalle stazioni del Centro Meteorologico dotate di anemometro e anemoscopio posti a 10 m dal suolo, così come previsto dagli standard internazionali per la misura di questa grandezza meteorologica.

Le elaborazioni effettuate hanno permesso l'analisi delle raffiche massime di vento registrate e delle rose dei venti a livello annuo e stagionale.

#### **Raffiche di vento**

Per raffica di vento si intende l'intensità massima del vento (in m/s) registrata da un anemometro posto ad una altezza di 10 m dal suolo.

Per l'analisi delle intensità delle raffiche di vento nel territorio provinciale di Venezia sono stati presi in considerazione i dati giornalieri di raffica massima registrati dalle stazioni.

I periodi che presentano la maggior frequenza di raffiche massime annue sono compresi tra Giugno e Luglio e da Settembre a Dicembre. Ciò è imputabile, per i mesi estivi, ai frequenti eventi di tipo temporalesco con generazione di moti turbolenti dell'aria a livello locale mentre per i mesi autunnali, fino al mese di Dicembre, il numero di eventi è associato a tipiche configurazioni bariche che si stabiliscono sull'Alto Adriatico portando alla formazione di venti di bora (NE) e di Scirocco (SE).

#### **Rose dei Venti**

Le rose dei venti permettono di evidenziare le direzioni prevalenti dei venti provenienti dai diversi settori e le diverse classi di velocità media.

Per le stesse stazioni di cui si sono analizzati i dati di raffica massima, sono state elaborate le rose dei venti medie a livello annuo e stagionale, sulla base dei dati registrati tra il 1998 e il 2001 (Allegato 22 Figg. 13 e 17).

E' da evidenziare che sul territorio provinciale, a livello annuo, i venti di bora sono quelli più frequenti ed essendo la conformazione del territorio orientata da sud-ovest a nord-est è presente una diversa incidenza del vento:

- nell'area sud-orientale (Cona, Cavarzere e Chioggia) i venti di bora spirano ortogonalmente alla costa mentre quelli di scirocco tendono a spirare parallelamente alla costa;
- nell'area nord-orientale i venti di scirocco spirano ortogonalmente alla costa mentre quelli di bora tendono a lambire parallelamente alla costa gli estremi orientali del territorio (San Michele al Tagliamento, Caorle).

### **3.5.2.3.4 Grandine e trombe d'aria**

Le grandinate e le trombe d'aria rappresentano, tra i fenomeni meteorologici intensi che interessano il territorio veneto e la provincia di Venezia in particolare, quelli caratterizzati dal più elevato potere distruttivo, pur essendo eventi localizzati e di breve durata.

Allo stato attuale delle conoscenze, nonostante tali fenomeni siano stati oggetto di alcuni recenti studi, non è ancora realizzabile una loro caratterizzazione climatica a livello provinciale, soprattutto a causa della scarsità di dati disponibili.

L'analisi condotta ha reso tuttavia possibile alcune considerazioni riguardanti la distribuzione temporale degli eventi grandinigeni e delle trombe d'aria.

## Grandine

Sulla base degli eventi grandinigeni registrati è stato possibile stilare, con riferimento alle date di accadimento, un calendario di distribuzione degli eventi per decadi su base annua, per tutti i comuni, suddivisi per zone.

La tabella seguente rappresenta la distribuzione temporale degli eventi grandinigeni registrati dal 1978 al 2003 tra la seconda decade di aprile e la terza di ottobre, ossia nel periodo in cui si sono riscontrati eventi di tipo grandinigeno.

Legenda:

n° eventi	0	1	2-3	4-7
-----------	---	---	-----	-----

comuni zona 1	APR		MAG			GIU			LUG			AGO			SET			OTT			TOT EVENTI
	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Cavarzere		1							2-3	2-3	1										8
Chioggia						1	1				1		1				1	2-3	1		8
Cona								1	2-3					1							5

comuni zona 2	APR		MAG			GIU			LUG			AGO			SET			OTT			TOT EVENTI
	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Jesolo			1			2-3	2-3		1			2-3	4-7		1						14
Mira				1		2-3	1		1		4-7	1									12
Venezia			1						2-3	1		2-3				1					11
Campolongo M.						1	2-3	1		2-3		1						1	2-3		11
Mirano							2-3			2-3		2-3	1		1						10
Scorzè				1		2-3	2-3			1		1									10
Spinea				1		2-3	1		2-3												10
S. Maria di S.							1		2-3			2-3	1								9
CampagnaLupia							1		2-3			2-3	1					2-3			8
Camponogara						1	1														7
Dolo						1	1		2-3					1							7
Fossò						1	1		2-3												7
Stra						1	1		2-3												6
Musile di P.							1		1	1		2-3									6
Pianiga							1		1	2-3			1								5
Meolo									1	1		2-3									4
Salzano				1		2-3				1		1									4
Vigonovo							1		1	2-3											4
Quarto d'Altino							1					2-3									3
Martellago												2-3			1						3
Noale							1			1											2
Fiesso d'artico										1											1
Marcon							1														1



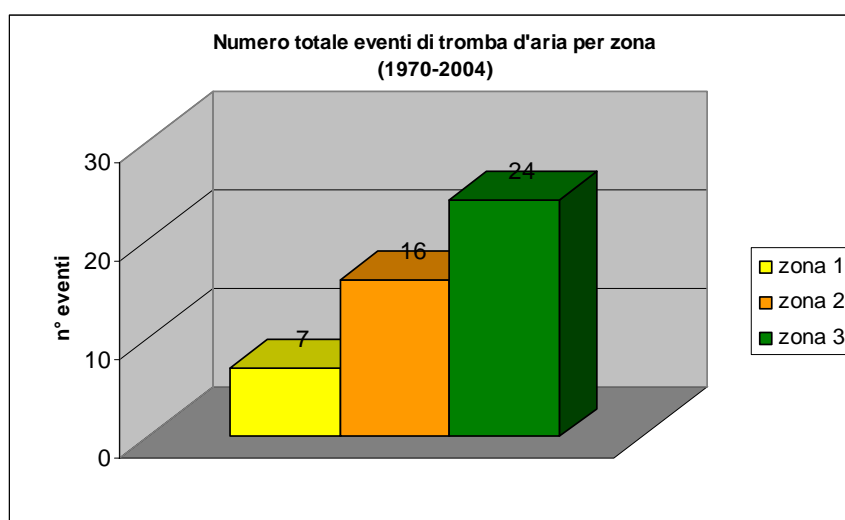
comuni zona 3	APR			MAG			GIU			LUG			AGO			SET			OTT			TOT EVENTI
	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	
S.Michele al T.																						26
Caorle																						15
Portogruaro																						13
S.Donà di P.																						11
Eraclea																						7
Fossalta di Port.																						7
Gruaro																						8
ConcordiaSagg.																						5
S.Stino di L.																						5
Cinto Caom.																						4
Torre di Mosto																						4
Noventa di P.																						3
Ceggia																						2
Fossalta di P.																						2
Pramaggiore																						2
Teglio V.																						2
Annone V.																						1

**Tabella 34** – Distribuzione degli eventi grandinigeni registrati dal 1978 al 2003

### Trombe d'aria

Di ancor più difficile caratterizzazione è il fenomeno delle trombe d'aria che, unitamente alla difficoltà di monitoraggio, si presentano anche come un fenomeno poco conosciuto, a volte poco riconoscibile e quindi spesso confuso con le forti raffiche di vento associate ai temporali.

L'analisi storica del fenomeno nel territorio provinciale ha permesso di effettuare una prima valutazione sull'incidenza del fenomeno a livello di zona per le tre aree individuate nel territorio provinciale in base ai caratteri climatici (Figura 19).



**Figura 19** – Numero totale di eventi tromba d'aria per zona nel periodo 1970-2004.

### 3.5.3 Il servizio meteorologico regionale a supporto delle attività di protezione civile

In questo paragrafo vengono descritti compiti e competenze del Centro Funzionale Decentrato (C.F.D.) della Regione del Veneto, attivato con D.G.R.V. n° 2012 del 27/06/06 e le cui procedure operative sono state approvate con D.G.R.V. n° 4325 del 28/12/06.

La struttura del CFD è suddivisa in tre aree funzionali così ripartite:

- la prima area funzionale è affidata interamente all'A.R.P.A.V. attraverso il Centro Meteorologico di Teolo ed il Centro Valanghe di Arabba: ad essa spetterà l'attività di raccolta (attraverso le stazioni automatiche in telemisura, distribuite sulla provincia di Venezia (13) e sull'intero territorio regionale, ed i radar meteorologici), concentrazione, elaborazione, archiviazione e validazione dei dati di tipo meteorologico e idropluviometrico. Provvederà all'emissione ed alla diffusione dei Bollettini Meteo Veneto e Dolomiti Meteo;
- la seconda area funzionale è affidata alla Direzione Difesa del Suolo, per quanto riguarda il rischio idrogeologico ed idraulico, e ad ARPAV, per quanto riguarda le previsioni meteo ed il rischio valanghe. Ad essa spetterà l'attività di interpretazione ed elaborazione dei dati nel campo meteorologico e idropluviometrico, finalizzati alla produzione di scenari degli effetti indotti dalle condizioni meteorologiche, e di emissione, in sede di CFD, dei Bollettini di vigilanza idro-meteo (Direzione Difesa del Suolo con ARPAV), degli Avvisi di criticità idrogeologica ed idraulica (Direzione Difesa del Suolo) e degli Avvisi di avverse condizioni meteorologiche (ARPAV);
- la terza area funzionale è affidata alla Segreteria ai LL.PP. – Servizio Regionale di Protezione Civile: ad essa spetterà l'attività di trasmissione e divulgazione degli Avvisi di criticità presso le altre strutture di protezione civile.

La Regione del Veneto è stata suddivisa in 7 Zone di Allertamento, cioè ambiti territoriali ottimali caratterizzati da una risposta meteo-idrogeologica omogenea in occasione dell'insorgenza di una determinata tipologia di rischio (Figura 20).

In ogni zona e per ciascuna tipologia di rischio vengono stabiliti un insieme di valori – indicatori che definiscono un sistema di soglie articolato almeno sui due livelli, di moderata ed elevata criticità, oltre che ad un livello base di situazione ordinaria.

<b>CODICE AREA</b>	<b>NOME AREA</b>
Vene-A	Bacino dell'Alto Piave
Vene-B	Bacino dell'Alto Brenta-Bacchiglione
Vene-C	Adige-Garda e Monti Lessini
Vene-D	Po, Fissero-Tartaro-Canalbianco e Basso Adige
Vene-E	Bacino del Basso Brenta-Bacchiglione
Vene-F	Bacini del Basso Piave, Sile e Bacino scolante in laguna
Vene-G	Bacini veneti del Livenza, Lemene e Tagliamento

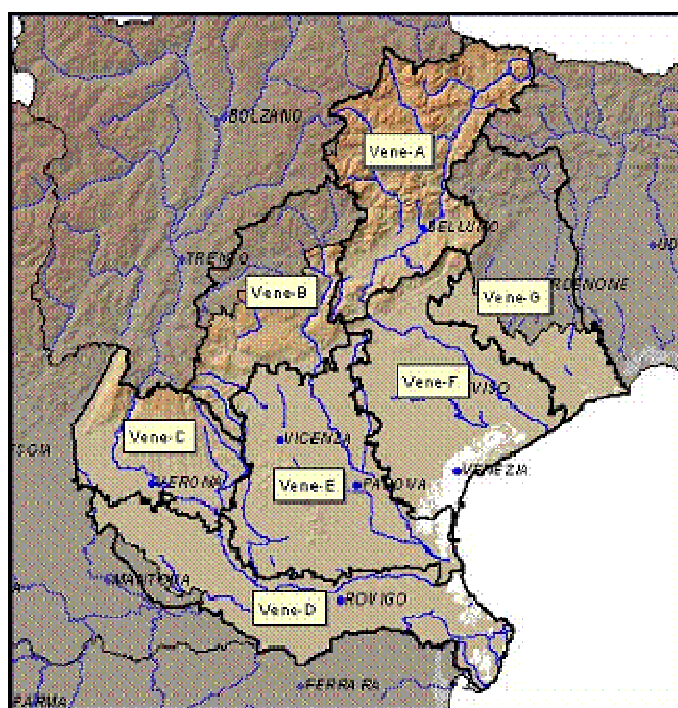


Figura 20 – Zone di allertamento.

### 3.5.3.1 Meteorologia e Protezione Civile

Tempo atmosferico e clima esercitano molteplici e complesse azioni sugli ecosistemi in generale, sugli organismi viventi in particolare, con effetti rilevanti per l'uomo e per le sue attività.

Se nel settore primario il tempo atmosferico influenza e condiziona pesantemente le tipologie di colture ed i cicli produttivi, molteplici sono le attività ed i contesti antropici su cui il tempo atmosferico esercita, direttamente od indirettamente, influenze negative o positive; sono ben note le influenze della meteorologia sul turismo, sulle attività del tempo libero, sui trasporti, sui consumi e sulle produzioni energetiche, sulla salute e sulle dinamiche relative alla qualità dell'aria ed alla dispersione degli inquinanti.

Quando poi si ragiona in termini di eventi estremi, ovvero di condizioni meteorologiche ed idrologiche in grado di costituire minaccia diretta per le attività antropiche o addirittura per la salute delle popolazioni stesse, risulta evidente l'importanza che riveste l'attività di previsione meteorologica (in grado di dare un preavviso), l'attività di monitoraggio in tempo reale degli eventi in corso (in grado di dare lo stato di fatto del territorio) e l'attività di studio a posteriori di tali eventi (in grado di dare indirizzi pianificativi e progettuali per quanto attiene la gestione delle risorse territoriali).

Più in generale è da rilevarsi che in qualsiasi situazione di emergenza, l'attività meteorologica di previsione e controllo assume particolare rilevanza viste le molteplici influenze esercitate sull'uomo e sull'ambiente.

A tal proposito si pensi agli effetti della circolazione atmosferica sul trasporto e dispersione di inquinanti e di fumi nel caso di incidenti su impianti chimici e nucleari, alle influenze del tempo atmosferico nel caso di incendi forestali, o alle "interferenze" che esso produce sui soccorritori, sulle popolazioni colpite e sul sistema logistico nel caso di calamità anche di tutt'altra origine.

Dato che i modelli meteorologici previsionali non riescono a simulare esattamente tutti i processi fisici che regolano la dinamica atmosferica, le previsioni sono affette da errori che

tendono a renderle progressivamente inattendibili all'aumentare del tempo (le previsioni per 24-48 ore sono attendibili, mentre oltre il terzo giorno si può parlare di sole tendenze evolutive).

Nella nostra specifica realtà poi intervengono notevoli fattori perturbanti; infatti il passaggio delle masse d'aria dall'Atlantico al Mediterraneo, la contemporanea presenza delle catene Alpina, Appenninica e Balcanica, l'influenza di flussi Sciroccali dal Nord Africa rendono particolarmente difficile l'attività previsionale sull'intera penisola e rendono ancor più necessaria la presenza di servizi meteorologici locali che sappiano rielaborare gli out-put previsionali adattandoli non solo in termini di scala spaziale ma anche considerando gli specifici dinamismi zonali.

Particolarmente importante risulta il monitoraggio dei principali parametri meteorologici nel tempo; tale azione basilare per la climatologia è fondamentale ai fini dell'attribuzione di significati operativi ai dati monitorati o previsti nelle specifiche contingenze, in altri termini la climatologia consente di ricavare informazioni dai dati ed è evidente che anche quest'azione è opportuno sia sviluppata con sufficiente dettaglio spaziale rapportando gli eventi atmosferici ed idrologici agli effetti che essi determinano sul territorio.

Tale approccio prospetta il concetto di rischio climatico, ovvero della probabilità che valori delle grandezze meteorologiche siano associati al verificarsi di danni e ribadisce l'importanza dello studio degli eventi meteorologici estremi, che ne sono la causa, sia per quanto attiene la loro dinamica spazio-temporale che in termini di probabilità di superamento negli anni di taluni valori di soglia (concetto di tempo di ritorno).

### **3.5.3.2 Le previsioni meteorologiche e la messaggistica in condizioni meteorologiche avverse**

Il Centro Meteorologico di Teolo assicura quotidianamente giorni festivi inclusi:

- l'attività di previsione a medio termine (forecasting) che riguarda un'arco temporale di 1-3 giorni e che ha come prodotto principale il bollettino quotidiano *Meteo Veneto*
- l'attività di previsione a breve termine (nowcasting) relativa ad un arco temporale di poche ore; essa viene attivata in condizioni meteorologiche avverse o di emergenza ambientale ed ha come prodotto il bollettino di nowcasting emesso ogni tre ore.

Tali azioni prevedono l'utilizzo di: modelli sinottici a scala continentale, modelli ad area limitata (LAM), immagini da satelliti meteo, immagini da radar meteorologici e dati da stazioni meteorologiche al suolo.

**In condizioni meteorologiche ordinarie** il Centro Meteorologico di Teolo assicura, mediante la presenza di almeno un previsore, l'emissione del **Bollettino Meteo Veneto** entro le ore 13,00 di tutti i giorni dell'anno, festivi inclusi.

Tale bollettino, a scala regionale, mediante descrizioni sintetiche e immagini grafiche riporta:

- l'evoluzione generale del tempo,
- la previsione del tempo dalle 13 alle 24 del giorno di emissione
- la previsione dettagliata per il giorno successivo con indicazioni circa le probabilità % di precipitazione, l'andamento della temperatura, lo stato del vento e del mare;
- la tendenza del tempo nel corso di ulteriori due giorni;
- i dati rilevati dalle stazioni meteo presso i capoluoghi di provincia nel giorno precedente l'emissione e nella prima metà del giorno di emissione del bollettino.

E' reso disponibile al pubblico nel sito [www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it), nella segreteria telefonica al n. 049/9925409, mediante spedizioni via fax on demand e viene inoltre pubblicato su alcuni quotidiani a diffusione locale.

**In previsione di condizioni meteorologiche avverse** alle emissioni ordinarie si affiancano varie tipologie di messaggi rivolte specificatamente alla Protezione Civile ed ad altri enti preposti alla gestione del territorio o delle emergenze. Essi verranno emessi da ARPAV/Direzione Difesa del Suolo, in relazione alle competenze descritte al paragrafo 3.5.3, e divulgati dal CFD – 3<sup>a</sup> area funzionale, con varie modalità (via internet sul sito [www.regione.veneto.it/avvisi CFD](http://www.regione.veneto.it/avvisi_CFD), via fax - con avviso sms – senza/con conferma di lettura).

### **Messaggi informativi**

Sono emessi quando:

- perviene un avviso da parte del Dipartimento di Protezione Civile della Presidenza del Consiglio, allo scopo di fornire precisazioni e chiarimenti per quanto attiene la specifica realtà Veneta;
- siano previsti fenomeni meteorologici anche intensi ma localizzati e/o di breve durata (temporali estivi);
- siano previste precipitazioni anche scarse ma a carattere nevoso.

Possono essere utilizzati anche come:

### **Messaggi di preavviso di condizioni meteorologiche avverse**

Emessi, se possibile, 24-48 ore prima dell'inizio dell'evento, nei seguenti casi:

- quando siano previsti fenomeni di precipitazione molto abbondante (oltre 60 mm in 24 ore);
- quando siano previste precipitazioni abbondanti (30-70 mm in 24 ore) per più giorni consecutivi.

### **Avviso di condizioni meteorologiche avverse**

Sono emessi indicativamente entro le ore 14.00 locali e comunque con almeno 12/24 ore di anticipo rispetto all'inizio dei fenomeni meteo significativi, quando gli eventi previsti presintino le combinazioni di intensità e probabilità riportate nella tabella seguente:

<i><b>Fenomeno</b></i>	<i><b>Eventi</b></i>	<i><b>Intensità</b></i>	<i><b>Probabilità</b></i>
Precipitazioni	Piogge abbondanti	>40-60 mm/12h	> 50%
		>60-80 mm/24h	> 50%
		>80-100 mm/48h	> 50 %
Precipitazioni	Forti temporali o rovesci diffusi sul territorio	Particolarmente intensi con possibilità di grandine, fulmini e forti raffiche di vento	> 50 %
		Accumuli significativi in aree di una certa estensione	> 50%

**Tabella 35** – Definizione degli eventi implicanti condizioni meteorologiche avverse

L'emissione del messaggio di avviso comporterà l'emissione dei **Bollettini di nowcasting** ogni 3 ore e potrà richiedere l'attivazione di un servizio di assistenza meteorologica 24H, in affiancamento al servizio di reperibilità.

#### **Avviso di criticità idrogeologica ed idraulica**

Sono emessi, a seguito della diramazione di un Avviso di condizioni meteorologiche avverse o anche in assenza di esso, ed indicano i livelli di criticità previsti per le varie zone di allertamento. Il CFD svolgerà, conseguentemente, funzioni di sorveglianza continuativa, garantendo un costante monitoraggio H24 dei fenomeni di natura meteo-idrologica ed idrogeologica. Sulla base dei dati rilevati e dell'evoluzione nello spazio e nel tempo della criticità verranno redatti ulteriori Avvisi di criticità o Bollettini di aggiornamento.

#### **Avvisi di cessate condizioni meteo avverse o di cessata criticità**

Sono emessi al termine della situazione di emergenza meteorologica e/o della criticità idrogeologica-idraulica.

## **3.6 Rischio da mareggiate**

### **3.6.1 Introduzione**

Quanto avvenuto nel corso dei decenni e la memoria storica portano a valutare seriamente l'eventualità che, durante eventi di mareggiata, alcuni territori dell'entroterra veneziano vengano allagati. Per questo la Provincia ha commissionato al Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine (DiSGAM) dell'Università di Trieste uno specifico studio sul rischio da mareggiate (riportato in Appendice 11), aggiornato al 2005, il cui referente scientifico è stato il prof. Giorgio Fontolan.

Quando la fascia litorale non era occupata dall'uomo questi accadimenti facevano parte del naturale corso della natura, che soprattutto lungo la costa esplica la sua capacità di trasformazioni repentine, talora catastrofiche. Solo a seguito del progressivo utilizzo agricolo delle aree costiere, avvenuto tra le due guerre, e il successivo sviluppo insediativo-turistico iniziato dopo il secondo dopoguerra, ciò che rappresentava un evento naturale si è inevitabilmente trasformato in un pericolo o danno per l'uomo.

L'allagamento in sé rappresenta sicuramente un elemento di danno e di pericolo che deve essere annullato o mitigato attraverso opportune strategie difensive, anche se l'assetto dei litorali e l'insieme delle difese messe in atto o rinforzate dopo la mareggiata del 1966 hanno sostanzialmente eliminato, fatte salve accidentalità, la possibilità che possano essere messe a repentaglio vite umane.

Ciò che risulta ancor oggi in parte vulnerabile sono le infrastrutture e l'attività umana che si esplica lungo l'entroterra costiero, che per la sua conformazione, e per gli spianamenti delle dune costiere effettuati negli anni dall'uomo, presenta spesso quote molto basse o addirittura al di sotto del livello medio del mare.

La valutazione del rischio da mareggiate è stata fatta mediante un approccio analitico prendendo in considerazione diversi fattori quali: lo stato dei litorali, la sua evoluzione nel tempo, le tipologie difensive messe in atto o naturalmente già esistenti, la pressione turistica e le caratteristiche morfologiche e d'uso dell'entroterra.

Malgrado non sia stata affrontata specificatamente l'analisi della propagazione del moto ondoso sotto costa, che rappresenta una variabile importante per determinare l'effettiva pericolosità associata a ciascun tratto costiero, si è assunto un pericolo uniforme, valutato sulla ricorrenza delle mareggiate alla scala temporale delle osservazioni esistenti. Il rischio è stato associato alle sole tipologie d'uso delle fasce litoranee, in relazione alle capacità di attenuazione delle onde da parte delle spiagge e/o delle strutture difensive.

### **3.6.2 Descrizione dell'area costiera veneziana**

Nello studio si è analizzato la costa dividendola nei seguenti tratti:

- tra le foci dell'Adige e del Brenta: il litorale di Isola Verde
- tra le foci del Brenta e il porto di Chioggia: il litorale di Sottomarina
- tra i porti di Chioggia e di Malamocco: il litorale di Pellestrina
- tra i porti di Malamocco e di Lido: il litorale di Lido
- tra il porto di Lido e la foce del Sile: il litorale di Cavallino
- dalla foce del Sile a quella del Piave: il litorale di Jesolo
- dalla foce del Piave a quella del Livenza: il litorale di Eraclea e Valle Altanea
- dalla foce del Livenza (porto S. Margherita) al porto di Falconera: il litorale di Caorle
- dal Porto di Falconera al Porto di Baseleghe: il litorale di Valle Vecchia

- dalla foce del Tagliamento al Porto di Baseleghe: il litorale di Bibione
- Per ciascun tratto costiero sono state fornite: descrizione generale del litorale (orientamento, estensione in chilometri), evoluzione storica del litorale (basandosi su dati bibliografici presenti), evoluzione recente e stato attuale del litorale (basandosi sia su dati bibliografici che su quelli rilevati in campo durante i sopralluoghi), le tipologie difensive presenti.

### 3.6.3 Metodo adottato

Per la valutazione delle tipologie difensive esistenti si è proceduto mediante rilievo diretto in campo, con misura e controllo delle quote di rispetto sia per quanto riguarda gli apparati dunosi che per le strutture artificiali. La costa provinciale è stata suddivisa in tratti omogenei (tot = n° 125) per tipologie di difesa, per ciascuno dei quali è stata redatta una scheda riassuntiva (scheda monografica), talora corredata da fotografie o schemi morfologici. Infine, mediante la creazione di una banca dati si è potuto redigere in 8 tavole uno schema riassuntivo che raffigura le diverse variabili considerate e nelle quali sono stati inoltre riportati vulnerabilità reale e rischio associato a differenti tipologie di entroterra.

### 3.6.4 Variabili

Il criterio per definire sia le aree a maggior vulnerabilità all'azione ingressiva del mare sia quelle a maggior rischio per la popolazione e per le abitazioni si è basato sulla valutazione oggettiva delle **caratteristiche fondamentali** dei diversi tratti di costa, rappresentate da un insieme di variabili riferite a 5 comparti distinti:

- **Condizioni meteomarine:**

Studio dei venti Bora, Scirocco e tipi di onde associate, recuperando le informazioni presenti da diverse fonti (CVN, CNR, ecc.)

- **Condizioni geologico-morfologiche:**

Sono stati presi in considerazione diversi fattori:

- pendenza dei fondali
- ampiezza della spiaggia
- pressione d'uso delle spiagge (intesa come numero di presenze turistiche)

- **Tendenze evolutive delle spiagge:**

Le *fluttuazioni della linea di riva*, sia naturali che indotte dall'azione antropica, possono modificare fortemente nel tempo l'ampiezza della spiaggia emersa, sia in negativo che in positivo. Anche la *pendenza dei fondali* è un parametro che esprime il potere dissipativo nei confronti del moto ondoso del tratto di spiaggia considerato. Un profilo meno ripido e caratterizzato dalla presenza di barre e truogoli è più efficiente nella dissipazione dell'energia. Considerando l'importanza dei suddetti fattori sono stati presi in considerazione i seguenti parametri:

- evoluzione della linea di riva (tendenza recente)
- evoluzione della linea di riva (tendenza storica) (cioè riguardante un periodo superiore a 50 anni)
- andamento evolutivo dei fondali

- **Tipologia delle strutture difensive lungo costa e nell'entroterra**

Il litorale in esame presenta numerose tipologie di opere difensive:

- *tipo morbido*: cioè le dune naturali o quelle più o meno antropizzate, considerando sub-parametri quali: altezza della difesa, ripidità della duna nel fianco verso mare, copertura vegetale, presenza di varchi, ecc.;
- *tipo rigido*: distinguendo tra quelle:



- poste a mare : la loro funzione è di portare l'onda a frangenza prima che essa raggiunga la linea di riva, in modo da ridurre l'energia d'impatto delle onde sulla battigia o sulle strutture radenti;
- radenti: cioè aderenti alla linea di riva, es. murazzi;
- dell'entroterra: muretti, passeggiate rilevate rispetto alla spiaggia che si trovano sul limite tra spiaggia e centro urbano. Hanno la funzione primaria di impedire l'insabbiamento delle zone residenziali del retrospiaggia, ma si dimostrano valide anche come difesa dall'acqua alta, qualora la spiaggia venisse completamente sommersa.

- **Uso del suolo e tipologie insediative dell'entroterra**

Il rischio da mareggiata diviene tale se esiste un pericolo oggettivo principalmente per le persone e le abitazioni. E' quindi fondamentale valutare quale sia l'uso del suolo, in senso lato, nell'immediato entroterra, stabilendo anche un ordine categorico di valenze, partendo da quelle massime, rappresentate dagli insediamenti abitativi, e finendo con quelle minime, rappresentate dalle aree non urbanizzate.

### 3.6.5 Definizione del rischio

L'insieme delle informazioni raccolte è stata quindi codificata in una banca dati, riferita a tratti omogenei del litorale, riportata in ambiente GIS e, in parte, in Schede Monografiche. Da qui si è potuto quindi redigere una *carta del rischio da mareggiate* in scala 1:20.000.

L'insieme delle variabili che rientrano nei primi 4 comparti<sup>16</sup> hanno costituito la base per una zonazione del litorale, tradotta in termini di *vulnerabilità*. Il quinto comparto ha stabilito invece l'oggetto del *rischio*.

Definita la vulnerabilità reale è stato calcolato il *rischio* che tiene in considerazione la valenza della fascia retrostante alle spiagge, definita dalle classi di uso del suolo e delle tipologie insediative dell'entroterra (centri urbani=4, nuclei di case=3, case sparse e aree agricole=2, aree naturali=0). I massimi valori sono attribuiti quindi ai centri urbani (4) ed i minimi alle aree naturali (0), sottointendendo il rischio associato primariamente alle vite umane e subordinatamente al valore economico delle abitazioni e dell'attività produttiva.

Il rischio si ottiene dal prodotto tra la vulnerabilità reale e la valenza dell'entroterra (E):

$$R = V_r \cdot E$$

Sulla base dei risultati ottenuti e valutate le caratteristiche complessive dei tratti costieri è stato possibile suddividere i valori di rischio in 4 classi, così definite:

R	Categoria di Rischio	% km
≤ 13.2	Trascurabile	86%
13.2 < R ≤ 26.4	Moderato	12.3%
26.4 < R ≤ 39.6	Medio	1.7%
> 39.6	Elevato	0%

<sup>16</sup> Per la definizione e la quantificazione delle variabili si è reso necessario eseguire sia un'indagine qualitativa in campo, sia una ricerca bibliografica.

In termini percentuali risulta che su 125 tratti costieri nessuno rientra nella categoria di rischio elevato il 14% nelle categorie di rischio moderato e medio (concentrati principalmente a Jesolo e Bibione) mentre l'86% rientra nella categoria di rischio trascurabile (vedasi All. 23).

### 3.6.6 Conclusioni

L'analisi del rischio da mareggiate lungo il tratto costiero della provincia di Venezia ha evidenziato che per mareggiate di bora e scirocco con tempo di ritorno di 10 anni esiste la probabilità che alcuni settori dell'entroterra vengano allagati. Il rischio è tuttavia limitato a danni associati agli insediamenti ed attività produttive, escludendo - fatti salvi casi di accidentalità legati all'esposizione diretta al pericolo - perdite di vite umane.

Le cause del rischio possono essere ricercate in genere alla scarsa adeguatezza, in qualche caso assenza, delle difese costiere in senso lato.

L'importanza di una classificazione in termini di *vulnerabilità* e *rischio* è quella di costituire anche un ordine di **priorità di intervento**. Le zone caratterizzate dai valori di rischio più elevati saranno da considerare prioritarie, in una strategia di intervento, rispetto a quelle caratterizzate da rischio minore. All'interno del primo gruppo si identificano, in base alla vulnerabilità più o meno elevata, i tratti di litorale che necessitano interventi urgenti. Il valore della vulnerabilità reale dà inoltre un'indicazione sull'entità dei lavori che sarà necessario compiere: più alto è il valore della vulnerabilità reale, più importanti saranno gli interventi da attuare. Nei casi in cui la spiaggia presenti ampiezza superiori a 60-70 m (come nel caso di Bibione) le strategie di mitigazione dei rischi associate alle mareggiate possono essere piuttosto semplici ed a basso impatto, riconducibili alla realizzazione di rilevati dunosi, da piantumare e recintare opportunamente. In casi più compromessi, come ad esempio per gli esili arenili di Eraclea, gli interventi dovranno essere di tipo più drastico, venendo meno le condizioni per la conservazione stessa di un eventuale falsa duna. In situazioni simili, il ricorso al ripascimento artificiale diviene probabilmente la soluzione più idonea.

### 3.7 Rischio idropotabile

Il rischio di inquinamento delle falde confinate interessa innanzitutto l'approvvigionamento idropotabile di vaste parti del territorio provinciale. Infatti, la maggior parte dei comuni della provincia soddisfa il proprio fabbisogno idropotabile da falde in pressione, mentre sono pochi gli acquedotti che si approvvigionano da acque superficiali. Questo aspetto è stato già descritto nel paragrafo 2.3.6 ed illustrato nell'All. 5, nel quale è stato anche evidenziato il fatto che l'approvvigionamento degli acquedotti ad uso civile potabile è molto più sicuro nel caso che derivi da pozzi idrici profondi; vengono poi i pozzi di subalveo, quindi le derivazioni da acque superficiali, a loro volta distinte se da fiumi di risorgiva (di miglior qualità) o da grandi fiumi, e se l'opera di presa è al sicuro, o meno, della risalita del cuneo salino dalla foce. Un altro elemento di rischio è dovuto alla diffusa presenza dell'approvvigionamento idrico autonomo in varie parti della Provincia. Solo nei sette comuni del Miranese sono stati censiti oltre 1.000 pozzi artesiani (a cui vanno aggiunti numerosissimi altri pozzi prelevanti da falde confinate ma non artesiane). E' proprio in tale zona, e precisamente intorno a Rio San Martino di Scorzè, che vi sono aree non servite da acquedotto. In tali aree inquinamenti delle acque sotterranee, non prontamente individuati, possono privare dell'acqua potabile (come già successo in varie parti del Veneto) migliaia di persone.

Il rischio di contaminazione delle acque sotterranee nella Media Pianura Veneta è ormai enormemente aumentato da modalità costruttive inadeguate dei pozzi stessi. Infatti esistono numerosissimi pozzi intercettanti più falde confinate male o affatto cementati in presenza di *aquicludes*, che permettono quindi l'intercomunicazione delle falde e la propagazione da quelle soggiacenti a quelle sovrastanti di un eventuale inquinamento che interessi un'unica falda.

Finora non sono mai stati segnalati importanti casi di inquinamenti delle falde confinate presenti nel territorio provinciale. Va però segnalata la presenza di inquinamenti da solventi organo-alogenati poco al di fuori dei confini provinciali.

Il rischio di inquinamento di falde profonde può interessare anche le pregiate falde che vengono sfruttate per imbottigliamento di "acque minerali". Si tratta di un rischio localizzato su una ristretta area: la concessione mineraria della ditta "San Benedetto" in Comune di Scorzè.

Il rischio di inquinamento della falda superficiale è generalmente molto elevato in tutto il territorio provinciale, in quanto in molte aree lo strato non - saturo è assente o di spessore di pochissimi metri (alla base del suolo è spesso presente la falda freatica). Si tratta di un rischio che però non comporta, normalmente, conseguenze per l'approvvigionamento idropotabile.

Nella cartografia dell'All. 24, alla scala 1:100.000, è rappresentata la carta della vulnerabilità dell'intero territorio provinciale, che sta ad indicare, del tutto sinteticamente, la maggiore o minore possibilità di un inquinante proveniente dal suolo di inquinare e propagarsi nella prima falda idrica sotterranea ("falda freatica").

La carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento rappresenta uno strumento che permette di valutare la suscettibilità del sottosuolo ad ingerire un inquinante idrotrasportato. Si tratta di una cartografia molto diffusa, da diverse decine di anni, in varie parti del mondo, utilizzata per diversi scopi pianificatori e progettuali.

Per la realizzazione della cartografia della vulnerabilità degli acquiferi si è utilizzato il metodo parametrico a punteggi e pesi SINTACS, messo a punto nell'ambito del Programma Speciale VAZAR (Vulnerabilità degli Acquiferi di Zone ad Alto Rischio) del Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR (GNDICI-CNR).

Tale metodologia si basa sull'analisi della distribuzione territoriale di sette parametri idrogeologici. Le iniziali dei sette parametri (S-I-N-T-A-C-S) danno l'acronimo che dà il nome al sistema di calcolo della vulnerabilità. I parametri valutati sono: Soggiacenza - Infiltrazione efficace - effetto di autodepurazione del Non saturo - Tipologia della copertura - caratteristiche idrogeologiche dell'Acquifero - Conducibilità idraulica (del mezzo saturo) - acclività della Superficie topografica.

Il metodo permette di classificare il territorio in 6 classi a differente vulnerabilità.

<b>Classi di vulnerabilità</b>	<b>Intervallo SINTACS</b>
<b>BASSISSIMA</b>	0-80
<b>BASSA</b>	81-105
<b>MEDIA</b>	106-140
<b>ALTA</b>	141-186
<b>ELEVATA</b>	187-210
<b>ELEVATISSIMA</b>	211-260

Nel caso della provincia di Venezia, la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi ha interessato la prima falda (falda freatica o debolmente confinata). Si tratta di una falda che da un punto di vista idropotabile presenta potenzialità praticamente nulle, per i limitati quantitativi estraibili e per la bassa soggiacenza che la caratterizza.

Gli acquiferi di interesse per lo sfruttamento idropotabile si localizzano infatti a profondità ben maggiore. Si tratta di una serie di acquiferi confinati e sovrapposti che ricevono alimentazione dall'area a monte. Su di essi non si è svolta la valutazione della vulnerabilità poiché risultano inquinabili non tanto da percolazione verticale (in quanto protetti da banchi di materiali fini spessi decine di metri) ma piuttosto per trasporto di inquinanti dall'area di alimentazione, posta a monte al di fuori del territorio provinciale, o da interconnessioni indotte artificialmente tra gli acquiferi.

La valutazione della vulnerabilità si è quindi concentrata sulla falda superficiale, che è quella a più diretto contatto con la rete di scolo (che in vaste aree del territorio provinciale ha il suo recapito finale in quell'ambiente dall'equilibrio estremamente delicato che è la laguna di Venezia) e con le attività antropiche e quindi con le potenziali fonti di contaminazione.

La base di tutte le elaborazioni risultano *in primis* le banche dati che, in oltre 20 anni di lavoro, ha sviluppato la Provincia di Venezia. Tra esse va innanzitutto menzionata la banca dati delle prove geognostiche, totalmente informatizzata tramite software GIS.

La cartografia realizzata evidenzia una vulnerabilità intrinseca estremamente variabile e diversificata all'interno del territorio provinciale, in relazione alla complessità idrogeologica della provincia di Venezia.

Le aree a massima vulnerabilità risultano quelle litoranee e la parte più orientale dell'area meridionale (comune di Chioggia e, in parte, Cavarzere e Cona) dove prevalgono valori di vulnerabilità elevata ed alta. La classe elevatissima non compare nel territorio provinciale.

Si rilevano poi consistenti aree, generalmente con forma allungata verso l'Adriatico, con vulnerabilità media. Queste sono in relazione ad importanti corpi sedimentari permeabili, la cui conoscenza è attualmente in corso di approfondimento.

Le rimanenti aree hanno vulnerabilità bassa e bassissima. Quest'ultima classe è particolarmente diffusa nel sandonatese e nel comune di Quarto d'Altino.

Si segnala poi che gli Enti Acquedotto hanno di norma già messo a punto dispositivi atti ad isolare pozzi eventualmente inquinati e che sono pure previste forme varie di interconnessione tra acquedotti, anche al fine di sopperire a problemi derivanti da periodi di punta.

Infine, è compito specifico degli Ambiti Territoriali Omogenei in materia di risorse idriche predisporre un'apposita pianificazione delle risorse; in proposito si evidenzia che in data 31/12/2003 è stato approvato il Piano d'ambito dell'ATO Laguna Veneta, che raggruppa i comuni dell'area centrale (Veneziano, Miranese e Riviera del Brenta), oltre ad alcuni comuni del Trevigiano.

Quando tutti tali nuovi dati saranno disponibili, si potrà provvedere a migliorare l'attuale stato delle conoscenze.

### **3.7.1 Scenari di rischio idropotabile**

I vari scenari di rischio idropotabile sono stati essenzialmente affrontati in modo informatico all'interno del Sistema Informativo per la Gestione delle Emergenze (SIGEV), di cui maggiori dettagli sono riportati nel Capitolo 7.

In relazione al rischio idropotabile sono state riconosciute le seguenti tipologie di potenziali bersagli di rischio:

- 1) aree di captazione di acque sotterranee per uso acquedottistico (anche ubicate al di fuori del territorio provinciale) e per imbottigliamento;
- 2) punti di presa di acque superficiali per uso acquedottistico;
- 3) aree servite da acquedotto ma con diffuso approvvigionamento idropotabile autonomo;
- 4) area di approvvigionamento idropotabile in zone non servite da acquedotto;
- 5) rete acquedottistica.

Per ogni sito sono state predisposte apposite banche dati collegate al GIS scelto per la gestione di SIGEV.

In ordine alle risorse idropotabili del territorio ed al loro utilizzo sono state ipotizzate alcune situazioni di rischio riconducibili in sostanza alle seguenti:

- Inquinamento della falda;
- Inquinamento di un corso d'acqua;
- Incidente in rete acquedottistica.

Dall'incrocio degli eventi con i potenziali bersagli deriva una serie di scenari in base ai quali sono state previste diverse procedure.

Gli scenari previsti sono:

#### **a. per evento inquinamento della falda**

- in aree di captazione di acque sotterranee per uso acquedottistico (anche ubicate al di fuori del territorio provinciale) nonché in aree di prelievo per l'industria dell'imbottigliamento di acque minerali
- in aree servite da acquedotto ma con diffuso approvvigionamento idropotabile autonomo ed in area di approvvigionamento idropotabile in aree non servite da acquedotto

#### **b. per evento inquinamento di un corso d'acqua**

#### **c. per evento incidente in rete acquedottistica**

Si elencano di seguito le banche dati provinciali collegate al SIGEV con funzione di visualizzazione di informazioni. In alcuni casi esse non sono riportate negli scenari predefiniti. Tali banche dati sono potenzialmente utili in fase di emergenza per il reperimento di informazioni, analisi di rischio e reperimento di risorse.

Le banche dati riportate sono:

- database in access con i principali riferimenti sulle aziende acquedottistiche;
- database relativo alle aree servite distinguibili esclusivamente sulla base dell'ente gestore che le serve in fase di non emergenza;
- requisiti di qualità per le acque potabili (D. Lgs. 231/01);
- database georeferenziato dei pozzi (acquisito dalla "Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia", realizzato e gestito con strumenti G.I.S. collegati ad un database a 32 campi contenenti dati anagrafici, idrogeologici, tecnici);
- database rete di monitoraggio delle acque sotterranee (database georeferenziato in APIC): si tratta di una rete di monitoraggio ambientale e non di una rete di allarme (database comune a tutti i siti di rischio);
- banca dati prove geognostiche (data base georeferenziato in APIC);
- censimento delle potenziali fonti di inquinamento (siti già segnalati nella parte del rischio industriale).

Oltre a questi dati esiste una serie di altre informazioni non strutturate quali:

- dati generali sugli studi esistenti e su piani di intervento,
- protocolli di controllo,
- indagini idrogeologiche (in particolare quelle realizzate dalla Provincia di Venezia) che costituiscono altre fonti informative utilizzabili per la gestione delle emergenze.

Né le aree di captazione acquedottistica, né le aree di diffuso od esclusivo approvvigionamento autonomo di acque a scopo potabile sono dotate di reti di monitoraggio idrogeologico d'allarme.

In molti casi si ha anche una grave carenza dei dati geologici ed idrogeologici che dovrebbero essere la base per la progettazione idrogeologica di tali reti.

Per la provincia di Venezia esiste una rete di monitoraggio delle falde, realizzata nel 2000 dalla Provincia stessa in collaborazione con la Regione del Veneto e poi trasmessa all'ARPAV per intervenuta competenza. Si tratta però di una rete di monitoraggio ambientale e non di una rete di allarme. Essa è stata comunque inserita nel SIGEV.

Va precisato che in SIGEV sono già state predisposte banche dati che potranno contenere i principali dati di queste reti di allarme una volta che essi saranno disponibili.

La definizione di aree di riserva per la captazione di acque sotterranee è ormai pratica diffusa in diversi paesi. Si ritiene indispensabile, per un efficace risposta ad emergenze idriche, la delimitazione di queste aree.

Nessun acquedotto è dotato di fasce di rispetto delimitate con criterio idrogeologico. Nell'ambito del SIGEV, quindi, sono state inserite le fasce di rispetto di 200 m intorno ai pozzi di captazione (criterio geometrico) ed alle opere di presa, previste per legge in attesa della definizione delle fasce di rispetto con criterio idrogeologico, che sono quelle che consentono l'effettiva protezione della falda captata dall'acquedotto.

Si fa infine presente che, nell'Appendice 12, il tema del rischio idropotabile, con i relativi scenari, è trattato con maggior dettaglio.

## **3.8 Rischio sismico**

### **3.8.1 Premessa**

Il NordEst italiano, dal punto di vista sismico, è contornato da molte aree sismogenetiche quali ad Est dall'elevata sismicità dell'area istriano-slovena, a Nord dall'area friulano-carnica, a Nord-Ovest dall'area di Belluno-Alpago-Cansiglio, con una propaggine verso l'Asolano – Montello, da Ovest dall'area del Veronese-Lago di Garda ed infine da Sud dell'Appennino emiliano-romagnolo.

Questa caratterizzazione sismica è chiaramente motivata dalla costante attività sismica che si riscontra soprattutto nell'area friulano-carnica, ma che trova importanti riscontri anche nelle aree venete funestate, ad esempio, dai terremoti di Belluno del 1873, del Cansiglio 1936 e di Asolo del 1695.

Negli ultimi secoli, le aree della pianura veneta sono state oggetto di forti risentimenti di sismicità indotta dalle sopramenzionate aree sismogenetiche ma non da episodi sismici direttamente originatisi nelle zone della pianura veneta o del golfo di Venezia.

Notizie storiche, che si riferiscono ai primi secoli del secondo millennio d.C., descrivono una situazione ben più inquietante dato che rovinosi cataclismi sono segnalati in tutte le città venete: Venezia ed il suo litorale compresi.

Se questo insieme di conoscenze sismologiche, storico–strumentali, è alla base della valutazione della massima Intensità Macrosismica osservata per i comuni veneziani e che raggiunge l'VIII° grado della Scala Mercalli ad esempio a Venezia, esso, pur tuttavia, poco dice sui più probabili periodi di ritorno di sismi la cui memoria si perde nei secoli e forse nei millenni.

Questo argomento è, come è noto, di attualità nel nostro Paese dato il verificarsi di terremoti, fortunatamente non dei più distruttivi, in aree non ufficialmente classificate come zone sismiche e che solo recenti studi attribuivano, per alcune di esse, una certa propensione al rischio sismico.

La questione della classificazione sismica, soprattutto delle aree tradizionalmente identificate come asismiche o a bassa sismicità, rimane dunque aperta e deve essere approfondita da studi specifici che coinvolgano tutti gli aspetti in gioco: dalla Sismologia alla Geologia strutturale, Geodinamica, ecc.

Relativamente a quest'ultimo punto è da sottolineare che la sua importanza contingente riguarda l'enorme espansione urbanistica ed industriale sviluppatasi in totale assenza di normativa antisismica cui va aggiunto l'immenso secolare patrimonio edilizio e monumentale che mal sopporta l'azione di sismi anche di modesta intensità.

Al di là quindi degli *itinerari* legislativi, rivolti all'ufficializzazione sismica di un'area, è buona norma, che rientra totalmente nello spirito e negli obiettivi della Protezione Civile, portare attenzione almeno alle situazioni più esposte al rischio, come ad esempio il controllo degli edifici "sensibili", ed alla divulgazione di una coscienza e conoscenza civica circa i possibili scenari nei quali la popolazione potrebbe venire coinvolta.

### **3.8.2 Classificazione sismica dell'area veneziana**

Come si è visto in premessa, la valutazione della sismicità di un'area può essere trattata sia sotto l'aspetto legislativo (classificazione sismica), sia attraverso gli studi sismologici in essa condotti (ed eventualmente da completare), sia attraverso un'analisi della specifica fragilità, e quindi pericolosità, del territorio in termini di contenuti edilizio-monumentali, industriali, ecc.

In data 20 marzo 2003 è stata firmata dal Presidente del Consiglio l'Ordinanza 3274 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*», con la quale, su indicazione della Protezione Civile, vengono profondamente modificate le Norme Tecniche per le costruzioni in zona sismica e introdotta una nuova Classificazione Sismica dell'intero territorio nazionale suddividendolo in 4 Zone («ex Categorie»), in attesa che le Regioni provvedano, sulla base dei criteri generali di cui all'Allegato 1, all'individuazione, formazione ed aggiornamento, dell'elenco delle zone sismiche.

Inoltre il Dipartimento della Protezione Civile, Ufficio Servizio Sismico Nazionale, ha emanato, in data 4 giugno 2003, una nota esplicativa dell'Ordinanza su citata.

Nella nota in particolare viene specificato il ruolo delle Regioni, che possono modificare gli elenchi delle zone sismiche, utilizzando come mappa di riferimento l'allegato A.

Il Consiglio Regionale del Veneto, con delibera n° 67 del 3/12/2003, ha approvato la nuova classificazione sismica regionale proposta dall'Ordinanza ed ha emanato direttive, transitorie ed ordinarie, per l'applicazione delle nuove norme tecniche.

La 4° zona fa riferimento a tutte le aree non classificate evidenziando così la sismicità dell'intero territorio nazionale.

Nella zona 4 le Regioni saranno chiamate a decidere se applicare o meno la progettazione sismica nel caso di edifici ordinari, mentre risulta obbligatoria per gli edifici strategici ed ad alto affollamento.

Pertanto tutti i Comuni veneziani, inclusi nella III° Categoria, sono ora classificati in zona 3: Annone Veneto, Ceggia, Cinto Caomaggiore, Concordia Sagittaria, Fossalta di Piave, Fossalta di Portogruaro, Gruaro, Marcon, Martellago, Meolo, Musile di Piave, Noale, Noventa di Piave, Portogruaro, Pramaggiore, Quarto d'Altino, Salzano, San Donà di Piave, San Michele al Tagliamento<sup>17</sup>, Santa Maria di Sala, Santo Stino di Livenza, Scorzé, Teglio Veneto, Torre di Mosto.

Sono confluiti in zona 4 quei Comuni a suo tempo ricadenti nella denominazione “non classificato”, e precisamente:

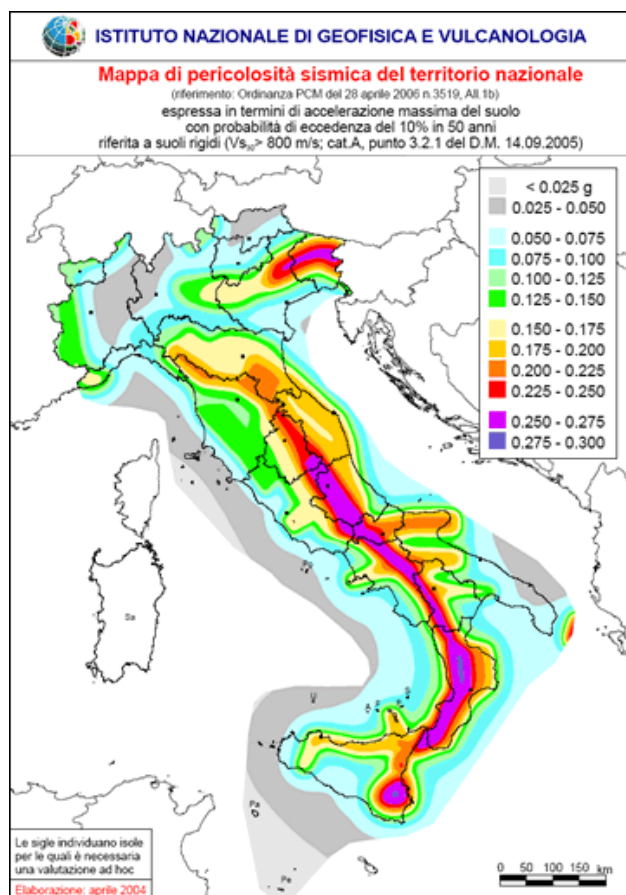
Campolongo Maggiore, Camponogara, Cavallino-Treporti, Cavarzere, Ceggia, Chioggia, Cona, Eraclea, Fiesso d'Artico, Fossò, Jesolo, Mira, Mirano, Pianiga, Spinea, Stra, Venezia, Vigonovo.

In data 28 aprile 2006 è stata firmata dal Presidente del Consiglio l'Ordinanza 3519 «*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*», con la quale, in relazione alle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.M. del 14/09/2005, è stata approvata una mappa della pericolosità sismica (Figura 21) da assumere come riferimento per l'individuazione delle zone sismiche. Con delibera di G.R.V. n° 71 del 22/01/2008 sono state emanate delle direttive per l'applicazione della predetta Ordinanza.

---

<sup>17</sup> Con deliberazione n° 245 del 12/02/08 (BUR n° 20/2008) la Giunta R.V. ha approvato la variazione della classificazione sismica del territorio del comune, suddividendolo parte in zona 3 e parte in zona 4.





**Figura 21** - Mappa della pericolosità sismica.  
(OPCM 3519/2006)

Volendo analizzare il territorio della provincia in termini di Massime Intensità macrosismiche osservate ( $I_{max}$ ), che vanno dal VI° all’VIII° grado della Scala Mercalli, sulla scorta degli studi condotti da Istituzioni quali il Servizio Sismico Nazionale (S.S.N.), l’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.), il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (G.N.D.T.), si ottengono la Tabella 36 e l’All. 25; in esse tali Intensità sono riportate riferendole ad ogni Comune del Veneziano come desunte dall’Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise nell’ambito del G.N.D.T., I.N.G. e S.S.N.

Per quanto riguarda la Provincia di Venezia negli ultimi anni essa è stata oggetto di uno sciame sismico di debole intensità (< 3° grado della scala Richter) di cui la più nota è quella denominata di Passerella, avvenuta nel 1997, senza però dimenticare episodi sismici, sempre di debole intensità, occorsi nel Noalese, nell’alto Portogruarese, in mare, ecc.

Questa pur debole attività sismica significa tuttavia che le maggiori faglie, ad andamento scledense NordOvest-SudEst, che attraversano la provincia di Venezia e che continuano in mare, sono tuttora attive e che a priori non possa essere esclusa una più intensa sismicità paragonabile a quella ricordata dagli storici durante il secondo millennio d.C.

Il problema aperto rimane quello della valutazione del periodo di ritorno dei sismi occorsi nel territorio veneto-veneziano che sembra essere molto lungo (molti secoli forse millenni? – la quiete sismica, che regna nel territorio veneto-veneziano, dura dal basso medioevo) in rapporto ad esempio con quelli invocati per aree veramente sismiche quali il Friuli, l’Alpago – Bellunese, ecc. che è limitato a pochi secoli o decenni.

Comune	Intensità macrosismica
ANNONE VENETO	7
CAMPAGNA LUPIA	≤ 6
CAMPOLONGO MAGGIORE	≤ 6
CAMPONOGARA	≤ 6
CAORLE	≤ 6
CAVARZERE	≤ 6
CEGGIA	≤ 6
CHIOGGIA	7
CINTO CAOMAGGIORE	7
CONA	≤ 6
CONCORDIA SAGITTARIA	≤ 6
DOLO	≤ 6
ERACLEA	≤ 6
FIESSO D`ARTICO	≤ 6
FOSSALTA DI PIAVE	≤ 6
FOSSALTA DI PORTOGRUARO	≤ 6
FOSSO`	≤ 6
GRUARO	7
JESOLO	7
MARCON	7
MARTELLAGO	7
MEOLO	≤ 6
MIRA	≤ 6
MIRANO	7
MUSILE DI PIAVE	≤ 6
NOALE	8
NOVENTA DI PIAVE	≤ 6
PIANIGA	7
PORTOGRUARO	≤ 6
PRAMAGGIORE	7
QUARTO D`ALTINO	7
SALZANO	7
SAN DONA` DI PIAVE	≤ 6
SAN MICHELE AL TAGLIAMENTO	≤ 6
SANTA MARIA DI SALA	7
SANTO STINO DI LIVENZA	≤ 6
SCORZE`	7
SPINEA	7
STRA	≤ 6
TEGLIO VENETO	7
TORRE DI MOSTO	≤ 6
VENEZIA	8
VIGONOVO	≤ 6

**Tabella 36** - Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Venezia.

Come è noto l'intensità macrosismica può essere valutata avvalendosi di diverse scale fra le quali la più nota, per la valutazione dei danni ai fabbricati, è la scala M.S.K.

La scala M.S.K, chiamata così dalle iniziali dei nomi degli Autori Medvedev-Sponheuer-Karnik, è divisa in tre parti:

- una descrizione delle costruzioni suddivisa in tre parti
- una scala che riporta in gradi la gravità dei danni causati dal terremoto
- una scala di intensità in 12 gradi, ognuno dei quali descrive gli effetti del terremoto sulle persone (percezione auditive e visive), sulle cose, sull'ambiente e sulle costruzioni.

<b>Tipologia di costruzione</b>	<b>TIPO A</b>	Costruzioni in pietrame di campo, costruzioni rustiche, case di mattoni cotti al sole, case di creta
	<b>TIPO B</b>	Costruzioni di mattoni comuni, a grandi blocchi o di tipo prefabbricato; costruzioni fatte metà a legno metà a pietre; fabbricati in pietra naturale tagliata
	<b>TIPO C</b>	Costruzioni consolidate (c.a., ecc.); costruzioni in legno ben costruite

<b>Grado danno del</b>	1°) DANNI LEGGERI: fenditure sottili nell'intonaco, caduta di piccoli pezzi di esso.
	2°) DANNO MODERATO: piccole fenditure nelle pareti; caduta di grandi pezzi di intonaco; slittamento di tegole sui tetti; fessurazioni di comignoli con eventuali crolli parziali di essi.
	3°) DANNI GRAVI: larghe e profonde fenditure nelle pareti interne; caduta di comignoli.
	4°) DISTRUZIONE: crepe nei muri interni ed esterni; crollo parziale di edifici; distacco di parti dell'edificio; crollo di pareti interne e muri non maestri.
	5°) DANNO TOTALE: crollo totale degli edifici.

### 3.8.3 Valutazione del rischio sismico

Come è noto la provincia di Venezia possiede una conformazione ad arco che la fa estendere molto lungo la direzione NordEst-SudOvest e molto meno secondo Est-Ovest.

Questa singolarità possiede un riflesso nell'ottica sismologica poiché i territori settentrionali e centrali risultano più prossimi alle zone sismogenetiche del Friuli e del Bellunese di quanto non lo siano quelle più meridionali semmai più vicine agli accadimenti appenninici.

Data inoltre la relativa modesta estensione di un territorio comunale medio, acquisisce maggiore vigore l'affrontare la valutazione del rischio sismico su aree più significative che, nel nostro caso, possono essere rappresentate dai C.O.M. in virtù anche della propria specifica organizzazione in termini di Protezione Civile.

Come premessa è il caso di ricordare che la valutazione del Rischio Sismico in un'area si effettua non solo attraverso un approccio tecnico - scientifico bensì d'intesa con la Comunità interessata alla quale spetta il compito di definire il livello di protezione da adottare nella difesa delle catastrofi sismiche.

Da ciò, come è noto, deriva la definizione di Rischio Sismico, come prodotto cioè della Pericolosità per la Vulnerabilità.

Si definisce infatti “Pericolosità” la probabilità di occorrenza di un evento sismico, di assegnata intensità, in un determinato luogo entro un periodo di tempo prestabilito.

La Pericolosità è funzione della sismicità regionale e delle condizioni fisiche locali ed è indipendente dall'ambiente costruito.

Si definisce “Vulnerabilità” il grado di danno atteso in un determinato luogo in conseguenza di un evento sismico di assegnata intensità.

La vulnerabilità è pertanto dipendente dalla presenza dell'uomo e delle sue attività economiche e culturali ed è indipendente dalla severità della scossa sismica attesa.

In particolare la Vulnerabilità di un insediamento è funzione di molteplici fattori quali: popolazione e sua età, tessuto fisico e sua distribuzione sul territorio, economia e mezzi di produzione, servizi sociali e comunitari, cultura e tradizione storica, ambiente artistico e naturale, ecc.

#### **3.8.4 Considerazioni conclusive**

L'insieme dei comuni della provincia di Venezia, sulla base dell'ordinanza della Protezione Civile n° 3274 del 20 marzo 2003, è ora suddiviso fra le due zone sismiche 3 e 4 (ex categorie sismiche III° e non classificato).

Questa nuova classificazione proviene sia dai recenti accadimenti sismici occorsi in varie parti d'Italia finora esclusi dalla classificazione sismica ufficiale e sia soprattutto dagli studi sismologici degli ultimi decenni che hanno trovato ora rispondenza pubblica.

La conoscenza del comportamento sismico specifico del territorio (zonazione sismica) e l'adeguamento antisismico, almeno degli edifici ed opere infrastrutturali sensibili e strategici, sono le sole ma efficaci armi con le quali mitigare le conseguenze di eventi sismici.

La classificazione sismica del territorio nazionale rappresenta già un preciso riferimento nell'ambito della pianificazione del territorio suddividendolo in quattro zone a diversa pericolosità sismica.

Il quadro di riferimento nazionale è il punto di partenza per studi ed indagini sia a livello regionale, se non già disponibili, che per ambiti più ristretti quali provinciali, comunali od intercomunali o ancor più ridotti qualora l'importanza dell'opera lo richieda.

L'efficacia della Protezione Civile inizia col lavoro di prevenzione che, nel caso del rischio sismico, si identifica con l'arte del ben costruire nelle zone meno vulnerabili e conosciute nel loro comportamento sotto le azioni sismiche. Le più recenti leggi nazionali e regionali (ad es. Seveso 2 e L.R. Veneto 11/01) condizionano esplicitamente i criteri di pianificazione ed urbanizzazione con l'attuazione delle procedure di protezione civile.

In via di principio, la conoscenza dei rischi incombenti sul territorio comporterebbe necessariamente la predisposizione o la revisione automatica dei piani urbanistici esistenti e redatti in epoche in cui le tematiche e ambientali e di protezione civile non emergevano così chiaramente dal contesto degli interessi, a volte opposti o contrastanti, che generalmente hanno determinato la conformazione degli strumenti urbanistici.

Pertanto la pianificazione del territorio, a qualunque livello, non può più transigere dalla necessità di armonizzare le esigenze sociali (piani regolatori) con quelli della sicurezza dei siti e degli edifici e, in caso di calamità, delle esigenze dell'intervento di Protezione Civile.

Nell'Appendice 14 sono riportate con maggior dettaglio altre informazioni sul rischio sismico.

### 3.8.5 Scenari di rischio sismico

La costruzione degli scenari di rischio, nell'ambito del Piano di Emergenza della Provincia di Venezia, può venire effettuata mediante la procedura introdotta nel SIGEV mediante la quale è possibile tracciare in tempo reale, per un terremoto occorso a non più di 200 km dai confini provinciali, una carta delle isosiste teoriche appena venuti a conoscenza delle sue coordinate epicentrali e dell'intensità macrosismica Mercalli o Magnitudo Richter.

Questa prima valutazione verrà poi integrata con le informazioni a cura del Servizio Sismico Nazionale incaricato di redigere il "Rapporto conoscitivo preliminare sul territorio".

Per ogni comune del Veneziano, sempre mediante il SIGEV, è possibile confrontare il dato di intensità macrosismica, proposto dal Programma SIGEV per il terremoto in questione, con la massima intensità macrosismica attribuita al Comune specifico.

Si ottiene in tal modo un'immediata valutazione della gravità della situazione tenendo presente il livello dei danni delineato dal grado di intensità macrosismiche. Si ricordi, ad esempio, che scosse del V° e VI° grado sono ampiamente risentite dalla popolazione ma possono provocare solo danni, pur lievi, a fabbricati specie di una certa vetustà.

Direttamente sui luoghi del risentimento si deve quindi passare alla valutazione dei danni quali soprattutto crepe in vecchie abitazioni, possibili cadute di parti decorative, orlature, comignoli, ecc., ma che possono portare all'eventuale coinvolgimento di alcune persone.

Per ogni comune il Servizio Sismico Nazionale ha valutato alcuni parametri di base quali:

- la massima intensità macrosismica osservata
- il numero atteso di persone coinvolte in crolli
- il danno totale annuo atteso per patrimonio abitativo

che possono essere utilizzati sia in fase di prevenzione realizzando ad esempio opere di rinforzo, ristrutturazione, messa a norma, ecc. e sia in fase di post-accadimento per un confronto e rivalutazione della vulnerabilità delle strutture presenti nel singolo territorio comunale.

L'aspetto più rilevante sarà l'impatto psicologico da gestire anche con l'intervento dei VV.F. e gruppi di volontariato intenti nell'opera di controllo fabbricati e distribuzione dei servizi, in particolare gas ed acqua, e nell'allestimento di punti di raduno e di informazione circa la reale entità dell'accaduto.

### 3.9 Rischio di incendi boschivi

Lo studio sull'analisi del rischio di incendi boschivi (vedasi Appendice 14) è stato realizzato dal dott. ing. Stefano Grimaz dell'Università di Udine, che si è avvalso della collaborazione della ditta Sicurtecno di Roncade (TV).

I riferimenti normativi che concorrono a definire il quadro generale nel quale si colloca la problematica degli incendi boschivi sono diversi e spesso caratterizzati da frammentarietà e scarsa riconducibilità ad un disegno organico. L'incendio è considerato un delitto contro la pubblica incolumità, ma per configurarsi tale è necessario che crei un pericolo potenziale anche se non effettivo per un numero indeterminato di persone. La normativa che disciplina gli interventi preventivi e repressivi in materia è la legge n. 47 del 1 marzo 1975 dal titolo "*Norme integrative per la difesa dei boschi dagli incendi*". Alle Regioni spetta la programmazione degli interventi di prevenzione, di lotta e di ricostituzione dei boschi bruciati. In particolare, l'avvistamento, lo spegnimento e la circoscrizione degli incendi sono, in prima battuta, di competenza dei Comandi stazione del Corpo Forestale dello Stato, dei Carabinieri e dei Comuni; mentre la direzione ed il coordinamento degli interventi per lo spegnimento spettano al personale forestale. Di particolare importanza è la prescrizione formulata circa l'impossibilità di edificare a qualunque titolo sui terreni boscati percorsi dal fuoco. Tali zone "*non possono comunque avere una destinazione diversa da quella in atto prima dell'incendio*", e ciò al fine di evitare che l'incendio possa essere strumento per speculazioni connesse all'edilizia. E' inoltre di competenza delle Regioni la definizione del periodo di grave pericolosità, durante il quale sono vietate tutte quelle operazioni che potrebbero in qualche modo esser causa di incendi. La legge 431/85 c.d. "Galasso" sottoponendo a vincolo paesaggistico anche i terreni percorsi dal fuoco ripropone il vincolo di inedificabilità su tali terreni e in caso di violazione della norma si commette violazione penale. Con il D.P.R. 616/77 le funzioni di cui alla legge 47/75 sono state trasferite alla competenza regionale. Resta di competenza statale l'organizzazione e la gestione d'intesa con le Regioni del servizio aereo di spegnimento degli incendi boschivi. Sotto l'aspetto legislativo la lotta agli incendi boschivi si articola su: misure di prevenzione, lotta attiva, repressione degli illeciti, ricostituzione del manto vegetale.

Per quanto concerne le competenze regionali nel Veneto, la legge regionale 6/92 "*Provvedimenti per la prevenzione ed estinzione degli incendi boschivi*" prevede, tra le altre prescrizioni, la redazione del "*Piano regionale antincendi boschivi*". Il Piano è un importante strumento di pianificazione territoriale in quanto "*individua gli indici di pericolosità degli incendi boschivi nelle diverse zone del territorio, indica la consistenza e la localizzazione dei mezzi e degli strumenti per la prevenzione ed estinzione degli incendi stessi*"; inoltre "*stabilisce direttive per la riorganizzazione del servizio di sorveglianza e di spegnimento ... prevede criteri per la ricostituzione forestale*".

#### 3.9.1 Premessa

Lo studio è stato impostato per analizzare e valutare il rischio di incendio nel territorio della Provincia di Venezia. Scopo del lavoro è stato quello di giungere ad una caratterizzazione del territorio provinciale in termini di pericolosità, vulnerabilità, esposizione e rischio d'incendio in un'ottica di previsione dei possibili scenari prevedibili e con lo scopo di porre in luce gli elementi utili alla conseguente pianificazione delle emergenze.

L'incendio è un evento che può essere associato a fattori naturali (es. incendi boschivi innescati da un fulmine), antropici (es. incendi in aree produttive o residenziali) o di natura mista (es. incendi boschivi dolosi, incendi innescati da terremoti).

Gli effetti distruttivi di un incendio boschivo comportano oltre che conseguenze dirette (perdita di porzioni consistenti del patrimonio silvo-forestale) anche indirette quali: ricadute sull'ecosistema o sulla difesa del suolo, compromissione di attività turistiche o ricettive strettamente collegate alle realtà forestali colpite (es. pinete litoranee in zone balneari). Nel caso di incendi in aree produttive, di servizio o residenziali le ricadute possono manifestarsi nel fermo dell'attività produttiva, compromissione dei servizi primari erogati (es. incendio di un ospedale) o incendio e perdita di abitazioni.

Qualunque tipo di incendio proprio per le sue caratteristiche distruttive, la sua natura evolutiva e la grande potenzialità di produrre danni indiretti, richiede quasi sempre l'attivazione e la mobilitazione rapida di un sistema di soccorso o di intervento tecnico urgente, esterni alla collettività direttamente investita, per fronteggiare l'emergenza e limitare il più possibile i danni diretti e indiretti a persone o cose.

Questo studio si è quindi posto degli obiettivi ben precisi:

1. fotografare la situazione di fatto del territorio rispetto alle varie ipotesi di rischio d'incendio;
2. individuare le aree interessate dai rischi;
3. caratterizzare il livello di rischio;
4. individuare gli elementi strategici per la prevenzione e quelli utili alla gestione dell'emergenza;
5. definire gli elementi utili alla definizione degli interventi da programmare;
6. fornire spunti per la vincolistica del territorio e la redazione di normative o regolamentazioni per la sicurezza.

Il processo di pianificazione della gestione del rischio d'incendio può quindi essere suddiviso in due fasi: quella della valutazione del rischio e quella delle politiche di riduzione del rischio. Metodi di analisi del rischio sono stati messi a punto solo recentemente, a partire dalla metà degli anni 70; nel presente studio si è fatto riferimento al modello introdotto dall'UNESCO nel 1972 che imposta la valutazione del rischio come combinazione di tre componenti fondamentali: pericolosità, vulnerabilità, esposizione.

La necessità di condurre un'analisi su scala territoriale funzionale alla predisposizione di piani di emergenza ha portato ad impostare lo studio su due livelli: uno di carattere generale, che consente di localizzare i *siti significativi* sotto il profilo del rischio d'incendio e di effettuare comparazioni a scala comunale, ed uno di maggiore dettaglio che consente di caratterizzare i singoli siti significativi.

### **3.9.2 Processo di analisi del rischio**

Sulla base delle considerazioni fatte nella premessa di carattere metodologico, lo studio è stato condotto seguendo i seguenti passi:

- a) descrizione della distribuzione territoriale, della tipologia e delle cause degli incendi che hanno interessato il territorio della provincia di Venezia nel quinquennio 1996-2000, risultante dall'analisi delle schede statistiche redatte del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Venezia;
- b) localizzazione e caratterizzazione dei siti e degli elementi significativi ai fini della valutazione e gestione del rischio d'incendio a livello provinciale;
- c) analisi dei siti in termini di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione;

- d) individuazione e localizzazione delle criticità, delle risorse disponibili e degli elementi strategici presenti, sulla base di analisi cartografiche e di ricognizioni sul campo;
- e) individuazione delle misure di massima da adottare per limitare i danni e definizione degli *input* conoscitivi per la predisposizione ed attuazione dei piani di emergenza.

Lo studio è stato impostato suddividendo gli incendi in due grandi famiglie:

- 1. incendi che interessano elementi antropici di valenza territoriale;
- 2. incendi boschivi o rurali.

Per la costruzione della mappa provinciale del rischio d'incendio si è fatto riferimento alla distribuzione, a livello comunale, degli incendi per tipologia, causa e luogo di accadimento nonché ai seguenti indicatori:

- a) frequenza complessiva d'incendio su base territoriale e demografica;
- b) frequenza d'incendio in insediamenti produttivi su base comunale e di comparto;
- c) frequenza d'incendio in ambiti boschivo-rurali su base comunale.

Ai fini previsionali e di pianificazione delle emergenze si sono poi individuati i siti e gli elementi ritenuti significativi sotto il profilo del rischio d'incendio. Essi costituiscono cioè gli "elementi di attenzione" nella pianificazione delle emergenze, per i quali è opportuno condurre approfondimenti mirati per giungere ad una più ricca caratterizzazione del rischio d'incendio del sito.

Per l'analisi storica degli eventi di incendio sono state utilizzate le schede statistiche redatte dal Comando dei Vigili del Fuoco di Venezia relativa al quinquennio 1996-2000. Le schede hanno fornito indicazioni utili per la definizione e la valutazione della frequenza d'incendio nel territorio provinciale quali: luoghi interessati da incendio (campi, boschi, insediamenti produttivi, ecc.), sostanze interessate (fieno paglia e simili, alberi, sterpaglie, ecc.), cause dell'incendio (dolose, autocombustione, reazioni chimiche, ecc.).

Inoltre è stata considerata l'analisi degli interventi per incendio a livello territoriale, che è stata condotta con riferimento alle seguenti tre categorie d'incendio:

- 1. incendi boschivi o rurali;
- 2. incendi industriali o del settore produttivo;
- 3. altre tipologie d'incendio.

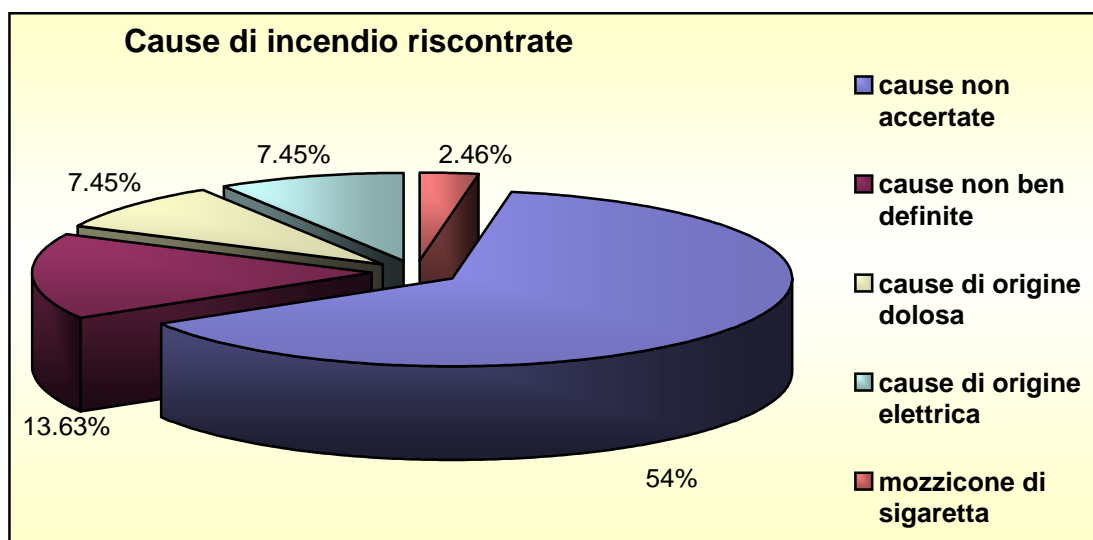
Primo elemento che è stato desunto dall'analisi dei dati è il numero di interventi per incendio operati dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Venezia sul territorio provinciale nel periodo gennaio 1996 – marzo 2000 che sono stati complessivamente 9.220. Di tali interventi 2.411 hanno riguardato incendi boschivi e 658 incendi hanno interessato il settore produttivo.

### **3.9.3 Analisi delle cause**

Il 54 % del totale degli incendi registrati nel territorio provinciale è stato determinato da cause che non si sono potute accertare, il 13,63% da cause non ben definite e il 7,45 % da cause di origine dolosa. Cause di origine elettrica sono all'origine del 7,45 % degli incendi (dato che rispecchia la media nazionale) ed il mozzicone di sigaretta è causa del 2,46 % degli incendi (Figura 22). Tale distribuzione percentuale è grosso modo rappresentativa anche delle cause di incendi negli insediamenti produttivi.

Per quanto riguarda invece gli incendi in aree boschive e rurali, anche se per il 90,08 % degli incendi le cause non si sono potute accertare o identificare, ben il 3,53 % degli incendi ha avuto come causa il mozzicone di sigaretta; questo dato assume particolare rilievo in quanto tale percentuale, pari quasi al doppio degli incendi di origine dolosa accertata (1,87 %), evidenzia il peso determinante dei comportamenti impropri o imprudenti della popolazione.





**Figura 22** – Cause di incendio nel territorio provinciale

### 3.9.4 Distribuzione degli incendi nei comuni della provincia

La distribuzione della totalità degli incendi nei comuni della Provincia evidenzia che i comuni rientranti nelle classi di frequenza più elevata riguardano soprattutto l'area centrale della provincia, caratterizzata da una maggiore percentuale di area insediata, e comprendono i comuni di Jesolo, Venezia, San Donà di Piave, Spinea, Fiesso d'Artico e Stra. L'analisi degli incendi riguardanti le aree produttive dei vari comuni mette in evidenza la maggiore frequenza d'incendio negli insediamenti produttivi dei comuni di Fiesso d'Artico, Vigonovo, Salzano, Mirano, Pramaggiore e Campagna Lupia. La frequenza degli incendi boschivo-rurali sul territorio è invece praticamente uniforme e si attesta su classi di frequenza bassa. Si distinguono per una maggiore frequenza d'incendio in ambito boschivo-rurale i comuni di Vigonovo, Fiesso d'Artico, Spinea e, in modo più marcato, il comune di Chioggia.

### 3.9.5 Siti significativi

Nell'ambito del territorio provinciale si sono identificati i siti significativi ossia gli elementi di "maggiore attenzione", per i quali è necessario procedere con uno studio più di dettaglio rispetto a quello condotto su base statistica a livello comunale.

Sotto il profilo metodologico, i siti significativi sono stati distinti in tre categorie:

1. sito critico o strategico (l'aeroporto, il porto; i maggiori poli industriali presenti sul territorio);
2. sito rilevante per valore (boschi, parchi, pinete, centri storici);
3. sito rilevante per funzione (ospedali, scuole, sistema viario, sistemi e infrastrutture di rete energia e comunicazione).

### 3.9.6 Valutazione del rischio d'incendio boschivo-rurale

Si tratta di valutazioni specifiche condotte sui siti del territorio provinciale ritenuti rilevanti per valore intrinseco od associato al patrimonio silvo-forestale che può essere danneggiato dall'incendio (vedasi All. 26).

Tali siti riguardano soprattutto zone a bosco, parco o pineta. I siti individuati sono complessivamente 22.

Per i primi 17 siti è stato condotto uno studio di approfondimento valutativo che ha portato alla redazione dei seguenti elaborati:

1. mappa d'insieme per localizzazione e codifica dei siti sul territorio provinciale;
2. scheda di caratterizzazione del rischio d'incendio nel sito;
3. scheda di inquadramento conoscitivo ai fini antincendio con caratterizzazione degli elementi che concorrono a definire pericolosità, esposizione, vulnerabilità e tipologia di incendio prevedibile e con descrizione sintetica degli scenari di riferimento e degenerativi prevedibili;
4. mappa di dettaglio del sito con localizzazione degli elementi utili alla gestione delle emergenze (accessibilità, risorse, zone da proteggere, elementi strategici).

Nella tabella seguente è riportato il quadro di sintesi delle valutazioni:

Nome	Pericolosità	Esposizione	Vulnerabilità	Rischio
Bosco Nordio	Media	Rilevante	Media	MEDIO
Sant'Anna	Alta	Significativa	Media	BASSO
Isola Verde	Alta	Significativa	Media	BASSO
Ca' Roman	Elevata	Rilevante	Alta	ELEVATO
Alberoni	Alta	Rilevante	Media	MEDIO
San Nicolò	Alta	Rilevante	Media	MEDIO
Ca' Savio	Alta	Significativa	Alta	MEDIO
Ca' Ballarin	Alta	Significativa	Media	BASSO
Cortellazzo	Alta	Significativa	Media	BASSO
Laguna del Morto	Alta	Rilevante	Elevata	ALTO
Pineta Eraclea e Pasti	Alta	Rilevante	Media	MEDIO
Duna Verde	Elevata	Significativa	Media	MEDIO
Valle Vecchia (Brussa)	Alta	Rilevante	Media	MEDIO
Bibione Pineta	Elevata	Rilevante	Media	ALTO
Bibione Faro	Alta	Rilevante	Alta	MEDIO
Bosco Carpenedo	Media	Rilevante	Media	MEDIO
Bosco Lison	Media	Rilevante	Alta	MEDIO
Bosco Zacchi	Media	Significativa	Alta	MEDIO

**Tabella 37** – Valutazione del rischio d'incendio boschivo-rurale.

### 3.9.7 Considerazioni conclusive

Dalla lettura combinata dei risultati delle analisi statistiche condotte sul materiale combustibile coinvolto, sui luoghi interessati e sulle cause generatrici dell'incendio, si può rilevare come gli scenari d'incendio più ricorrenti sul territorio provinciale siano gli incendi di sterpaglia, di autovetture o di immondizie, in zone di sosta o di traffico, per cause non potute accertare, non ben definite o dolose. Tali eventi hanno delle punte nei mesi di febbraio-marzo e agosto.

Il sistema viario con le zone ad esso limitrofe (campi) risulta quindi l'elemento maggiormente significativo a livello territoriale per numerosità di incendi. Va rilevato che tali incendi, benché generalmente non portino a gravi conseguenze sul territorio, rappresentano tuttavia cause di potenziale danneggiamento dei raccolti o di possibile disturbo della viabilità e di zone turistico ricettive. E' stato inoltre evidenziato il fatto che ben l'87% degli incendi sul territorio provinciale riguarda settori non controllati o non controllabili da 25 norme di prevenzione incendi e che quindi possono essere gestiti solo con interventi rapidi di emergenza. La non trascurabile numerosità di incendi in aree residenziali e in zone rurali,

associabili a cause derivanti da comportamenti impropri delle persone, indurrebbe ad attivare politiche di sensibilizzazione della popolazione attraverso azioni di accrescimento della cultura della sicurezza antincendio. Tali considerazioni sembrano trovare maggiori motivazioni se si analizza il tipo di materiale che è bruciato (sterpaglia, immondizie) e le cause all'origine degli incendi (mozziconi di sigaretta).

La capillare compenetrazione tra sistema viario e ambiti boschivi di rilevanza turistico-ricettiva e/o silvo-forestale (pinete litoranee, boschi e parchi) o la stretta interconnessione tra tali ambiti e attività antropiche (camping, villaggi turistici, aree pic-nic) rappresentano elementi di non trascurabile criticità in termini di rischio d'incendio.