COMUNE DI NAVE

Provincia di Brescia

AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO NEL CENTRO EDIFICATO DEL COMUNE DI NAVE

RELAZIONE

(aggiornamento settembre 2005)

DICEMBRE 2003

Cod. 81/2

PROF. ING. BALDASSARE BACCHI
DOTT. ING. SERGIO TACCOLINI
24122 BERGAMO - VIA ZAMBONATE, 18 - TEL/FAX 035.244309

I N D I C E

PREMESSA 4

Capitolo I INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E GEOMORFOLOGICO 6

I.1 Il sistema idrografico 6

I.2 Caratteristiche geomorfologiche del territorio 8

Capitolo II PROCEDURE ATTE A DEFINIRE LE CONDIZIONI DI RISCHIO 10

II.1 Collegamento delle aree a rischio individuate dal PAI con la cartografia aerofotogrammetrica e lo strumento urbanistico comunale. 12

II.2 Tracciamento delle aree esondabili. 15

II.3 Confronto tra aree esondabili e aree storicamente vulnerate. 17

II.4 Corsi d'acqua arginati. 18

Capitolo III ANALISI E QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO 19

III.1 Definizione del rischio 19

III.2 Quantificazione del rischio 21

III.3 Analisi delle aree a rischio nel Comune di Nave 21

III.3.a Località Case Rotte 22

III.3.b Località Mitria 23

III.3.c Località S. Cesario 24

III.3.d Località Muratello 26

III.3.e Località S.Giuseppe 28

Capitolo IV COMPATIBILITÁ DELLE PREVISIONI DEL P.R.G. 29

IV.1 Misure atte alla mitigazione del rischio medio (classe R2) 30

IV.2 Misure atte alla mitigazione del rischio elevato (classe R3) 31

IV.3 Misure atte alla mitigazione del rischio molto elevato (classe R4) 35

IV.4 Misure per la tutela delle infrastrutture viarie 37

Indice Tavole

Tavola N. 1: Planimetria con aree a rischio idrogeologico molto elevate e localizzazione delle sezioni ..... Scala 1:5000
Tavola N. 2A: Aggiornamento PRG - Località S. Giuseppe - Località Muratello . Scala 1:2000
Tavola N. 2B: Aggiornamento PRG – Località S. Cesario ..... Scala 1:2000
Tavola N. 2C: Aggiornamento PRG – Località Mitria – Località Case Rotte..... Scala 1:2000

Indice Allegati

Allegato 1: Inquadramento geomorfologico del bacino del T. Garza a monte di Crocevia Nave

Allegato 2: Idrogrammi di progetto

Allegato 3: Tabelle riassuntive di insufficienza delle sezioni

Allegato 4: Massimi volumi esondabili per sezione

Allegato 5: Sezioni con livelli di piena a scala di dettaglio

PREMESSA

In seguito alla pubblicazione sulla G.U. n.183 dell'8 agosto 2001 del d.p.c.m. del 24 maggio 2001 è entrato definitivamente in vigore il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Po.

Nell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici (Allegato 4.1 all'Elaborato 2 del PAI) sono delimitate le "aree a rischio idrogeologico molto elevato" che interessano il territorio comunale di Nave. All'interno di tali aree si applicano le norme riportate nel Titolo IV delle Norme di Attuazione del PAI ove innanzitutto, all'art. 49 comma 1, è riporta la seguente definizione " le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono individuate sulla base della valutazione dei fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, della relativa pericolosità e del danno atteso. Esse tengono conto sia delle condizioni di rischio attuale sia delle condizioni di rischio potenziale anche conseguente alla realizzazione delle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica."

In particolare il territorio comunale di Nave è interessato in più tratti dalle aree perimetrate come "ZONA I", ovvero come aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni, tali aree sono in parte all'interno del centro edificato ed in parte all'aesterno. L'art.51 comma 5 stabilisce che nelle aree perimetrate come a rischio idrogeologico molto elevato, interne ai centri edificati, "...si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti, fatto salvo il fatto che l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio."

Di conseguenza, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Nave, è stata effettuata una verifica della compatibilità idrogeologica delle previsioni del Piano Regolatore Generale, tenendo conto delle indicazioni riportate nella Delibera della Giunta Regionale 11 dicembre 2001 n.7/7365 ed in particolare della Direttiva in essa contenuta.

Nel proseguo della relazione si descriverà il sistema idrografico e l'assetto geomorfologico

del territorio di Nave per poi analizzare i criteri utilizzati nella valutazione di compatibilità del P.R.G.. A seguito della valutazione delle condizioni di rischio nelle singole aree perimetrate, si è proceduto all'indicazione di norme di uso del suolo. Tali norme saranno poi, se ritenute opportune dall'Amministrazione, adottate e faranno parte integrante dello strumento urbanistico generale vigente.

In allegato alla presente si riportano, nella Tavola N. 1, tutte le aree identificate come "ZONA I" del territorio di Nave con scala 1:5000 e ove si riporta la localizzazione delle sezioni di calcolo per la determinazione dei livelli di piena. Nelle Tavole 2A - B- C si riportano alla scala 1:2000 le aree a rischio idrogeologico molto elevato unitamente all'azzonamento del vigente Piano Regolatore Comunale. Negli Allegati 1-2-3-4 si riportano le caratteristiche significative del bacino del T. Garza, le analisi idrologiche effettuate ed i principali risultati dei calcoli idraulici eseguiti. Nell'Allegato 5 si riportano in dettaglio le sezioni di calcolo (come localizzate in Tavola N. 1) con i livelli di piena per eventi con tempo di ritorno pari a 20 anni (come indicato nel Progetto Preliminare "Sistemazione Idraulica dei bacini idrografici afferenti al territorio del comune di Brescia" [Prof. B. Bacchi, Ing. G. Colombo, Ing. M. Guerrini, Ing. A. Romelli, Ing. S. Taccolini, 1999] dal quale deriva la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato).

Capitolo I INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

Ai fini di una migliore comprensione delle elaborazioni e delle considerazioni che verranno illustrate nei successivi paragrafi viene di seguito richiamato un sintetico inquadramento del sistema idrografico che attraversa il Comune di Nave e della morfologia del territorio interessato dalle esondazioni.

I.1 Il sistema idrografico

Il corso d'acqua di interesse ai fini della perimetrazione delle aree a rischio esondazione secondo quanto riportato in premessa e relativamente al territorio di Nave è rappresentato dal Torrente Garza. In particolare per il presente studio è sufficiente considerare la sezione di chiusura dell'alto bacino del T. Garza al confine col comune di Bovezzo (sez. 33, Tronco V, Tavola 1). Il bacino imbrifero chiuso a tale sezione ha un'estensione di circa 52 km² che si sviluppa tra la quota massima di 1270 m s.l.m. del M. Prealba e la quota minima di 186,50 m s.l.m..

La parte più montana del bacino è costituita dalla Val Bertone. L'alveo del Garza è qui molto incassato e non da luogo a problematiche di esondazione per le località attraversate. Ciò fino a P.te Caffaro ove il torrente attraversa la ex statale e con una curva a 90° dalla direzione N-S si dispone in direzione E-O, scorrendo in fregio alla ex Strada Statale N. 237 del Caffaro. Proprio per tale contiguità, durante gli eventi di piena significativi, il torrente occupa la sede stradale che diviene un ulteriore, e talvolta il principale, veicolo per il deflusso delle piene verso le aree di valle. In particolare in Località Case Rotte si evidenza la presenza di un ponte con sezione assai ristretta tale da causare il rigurgito della corrente e l'esondazione delle aree circostanti (Sez. 28-29, Tratto I, Tavola 1). Prima di raggiungere Pieve Vecchia di Nave, il T. Garza in alcuni tratti ha parte dell'area di pertinenza per lo scorrimento delle acque occupata dalla presenza (in alveo) di edifici destinati essenzialmente all'uso industriale.

Ciò, unitamente al ponte in località Mitria, determina l'esondazione di buona parte dell'area urbanizzata circostante.

L'ultimo tratto è quello compreso tra lo sbocco nella piana di Nave e il ponte di S. Giuseppe, posto quasi al confine col comune di Bovezzo. Questo tratto è soggetto ad esondazioni sia per le frequenti ostruzioni costituite dagli attraversamenti stradali (i ponti di S. Giuseppe e di S. Cesario ne sono gli esempi più significativi) sia per l'insufficienza di alcune sezioni (cfr. Sez. 5, Tratto IV, Tavola 1). Gli interventi antropici sull'alveo sono qui molto evidenti: basti pensare che in passato il T. Garza è stato rettificato in alcuni tratti come ad esempio in corrispondenza dell'area ex Busseni ove agli inizi degli anni '70 l'alveo è stato modificato mediante la rettifica di un tratto serpeggiante. Il nuovo tratto di alveo è costituito da un canale artificiale rettilineo che si raccorda con l'alveo naturale tramite due curve.

È da sottolineare che lo sviluppo urbanistico delle aree lungo il fiume è interessato sia da insediamenti produttivi sia da zone residenziali che nel complesso rappresentano un caratteristico fenomeno di sviluppo che interessa la Val Trompia e, anche se in modo più smorzato, gran parte della provincia di Brescia. Per una descrizione più dettagliata dei tratti critici nella zona della piana di Nave si rimanda ai paragrafi successivi.

Oltre al T. Garzai principali torrenti suoi affluenti che determinano locali incrementi significativi delle aree contribuenti, e quindi delle portate, sono:

- Il Rio Salena, conflente in sponda sinistra a valle dello stabilimento Ex-Stefana;
- Il T. Listrea che confluisce nel T. Garza in sponda destra a monte del ponte S. Cesario;
- Il T. Gardellone che confluisce in località S. Giuseppe dopo aver costeggiato il piede dei pendii meridionali della piana ed è alimentato da una sorgente

denominata "Buco di Zamera", situata ai piedi del versante nord-occidentale del M. Salena;

– Il T. Cannone che prende il nome dall'omonima valle che divide il comune di Nave dal territorio di Bovezzo.

I.2 Caratteristiche geomorfologiche del territorio

Di seguito viene descritta brevemente la morfologia del territorio interessato dalle esondazioni, iniziando dal settore orientale del territorio comunale. In particolare le informazioni di dettaglio sono state desunte dallo "Studio geologico del territorio comunale" predisposto per la revisione del P.R.G. del comune di Nave (L. Ziliani, 1996).

La parte predominate del territorio comunale urbanizzato è costituita dalla piana di Nave che, come già detto, inizia in località Pieve Vecchia e si estende, allargandosi nella parte centrale, fino in località Conicchio, dove confluisce nella Valle del F. Mella. Tale piana è stata colmata dai depositi alluvionali del T. Garza che nel corso dei secoli ha occupato diverse aree ora abbandonate ma più depresse e quindi potenzialmente soggette a esondazione e parziale riattivazione durante gli eventi più significativi.

I depositi che costituiscono la piana di Nave presentano una notevole eterogeneità granulometrica, essendo costituiti da livelli ghiaioso-sabbiosi alternati a materiali limosi e argillosi.

Globalmente la granulometria dei materiali diminuisce da est verso ovest, in relazione alla competenza delle correnti torrentizie che li hanno deposti; di conseguenza nella porzione orientale della piana prevalgono i materiali ghiaioso-sabbiosi, mentre in quella occidentale sono dominanti i sedimenti limoso-argillosi.

I suoli generalmente variano da moderatamente profondi (50-100 cm) a profondi (100-150 cm). Questi ultimi caratterizzano tutta la fascia di raccordo

tra il fondovalle e i versanti montuosi. Nella parte centrale del fondovalle, in corrispondenza di vecchi percorsi del T. Garza, sono presenti invece suoli sottili (< 50 cm). Per qunto concerne la zona montuosa i versanti che circondano la piana alluvionale di Nave sono costituiti prevalentemente da rocce calcaree e calcareo-marnose.

Capitolo II PROCEDURE ATTE A DEFINIRE LE CONDIZIONI DI RISCHIO

Come riportato nella D.G.R. 11/12/2001 n.7/7365 “Attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico del bacino del fiume Po in campo urbanistico. Art. 17 della legge 18maggio 1989 n. 183” ed in particolare al comma 6 “Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato”, nelle aree della ZONA I interne ai centri abitati si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali fatta salva la valutazione d’intesa con l’autorità regionale o provinciale competente. Per effettuare la valutazione di compatibilità devono essere seguite le procedure indicate negli allegati, alla D.G.R. di cui sopra, N. 2 (“Indirizzi per la valutazione del rischio nei territori della Fascia C… METODO SEMPLIFICATO”) o N. 3 (“Indirizzi per la valutazione del rischio nei territori della Fascia C… METODO APPROFONDITO”). Per il territorio del comune di Nave si è adottato il metodo semplificato anche se, è opportuno specificarlo per completezza nell’interpretazione dei risultati, si è andati ben oltre il dettaglio richiesto nelle operazioni descritte nei punti 1, 2, 3, e 4 dell’allegato N. 2.

Come già accennato in premessa, la delimitazione delle aree è il risultato di un dettagliato studio idrologico e idraulico eseguito nell'ambito del Progetto preliminare di "Sistemazione idraulica dei bacini idrografici afferenti al territorio del comune di Brescia", Regione Lombardia - Direzione Generale OO.PP. e Protezione Civile, progettisti: Bacchi B., Colombo G., Guerrini M., Romelli A., Taccolini S., 1999, al quale si rimanda per gli opportuni approfondimenti.

La mappatura delle aree è stata eseguita considerando eventi pluvio-idrometrici di frequenza stimata in 20 anni di tempo di ritorno. Si tratta quindi di aree per le quali sono temibili fenomeni abbastanza frequenti e che, quando si verificano episodi di maggiore intensità, sono sottoposte a maggiore rischio.

La perimetrazione ha tenuto conto dei punti critici della rete idrografica, individuati tramite la ricostruzione dei profili di moto permanente, dei volumi esondabili stimati, delle aree allagate negli ultimi 30-50 anni, nonché di osservazioni effettuate durante

sopralluoghi di verifica. Le sezioni utilizzate nelle calcolazioni consentono di prendere in considerazione molte delle singolarità presenti lungo l'alveo con una buona approssimazione; difatti le sezioni sono circa 120 ed il tratto di alveo nel comune di Nave ha una lunghezza di 7 km.

Le esondazioni possono verificarsi nei diversi punti del centro abitato e delle aree circostanti per alcune principali cause:

- esondazioni nella zona nord-orientale causate dalla quota del fondo alveo di poco inferiore rispetto a quella del piano stradale della Strada Statale del Caffaro (N. 237) in località Case Rotte;
- esondazioni, sempre in località Case Rotte, presso la Casa Busseni ove il ponte privato riduce molto la sezione idrica del T. Garza. Si ricorda infatti che durante l'evento del 1992 un veicolo, incastrato fra il fondo alveo e l'impalcato del ponte, aveva causato il rigurgito della corrente e l'esondazione delle aree circostanti. In queste condizioni la corrente trova nella ex strada statale del Caffaro una via preferenziale scorrendo quindi verso valle e allagando le prime aree disponibili immediatamente a valle della cartiera Pernis. Inoltre le sezioni appena a valle, assai ridotte dalle limitate dimensioni della tombinatura, sono nuovamente fonte di esondazione e, a mezzo della strada, il deflusso interessa anche le aree a monte del ponte di Pieve Vecchia;
- esondazione il località Mitria per insufficienza delle sezioni prossime al ponte sia a monte che a valle; ciò determina l'allagamento di tutta la zona edificata della Mitria;
- esondazione in località S. Cesario a causa della confluenza con il Torrente Listrea e, soprattutto, a causa dell'insufficienza della sezione in prossimità del ponte storico di S. Cesario;
- esondazione nei pressi della località Sospiri a causa dell'insufficienza della sezione con conseguente allagamento dell'area circostante in sponda destra pressoché pianeggiante;

- esondazione della località Muratello a causa dell'insufficienza di alcune sezioni e il conseguente allagamento di vaste aree in sponda sinistra favorito anche dal dislivello offerto dall'andamento planoaltimetrico;
- esondazione nell'area agricola in sponda sinistra a valle della località Muratello fino a Via Edison a causa del meandro assai ristretto che l'alveo è costretto a percorrere per costeggiare il fabbricato industriale esistente;
- esondazione in località San Giuseppe per insufficienza delle sezioni in .prossimità della "Ex-Busseni" e per quelle poco più a valle; il punto più critico è comunque costituito dal P.te di S. Giuseppe che ha sezione totalmente insufficiente.

II.1 Collegamento delle aree a rischio individuate dal PAI con la cartografia aerofotogrammetrica e lo strumento urbanistico comunale.

Secondo quanto stabilito al punto 1 dell'Allegato 2 della citata delibera regionale, il primo passo dell'analisi per l'individuazione di maggior dettaglio delle situazioni di rischio consiste nel riportare su apposite cartografie le quote di allagamento desumibili dagli studi che hanno condotto alla definizione delle aree a rischio individuate dall'Autorità di Bacino del Po. L'operazione ha lo scopo di meglio definire sul territorio le aree effettivamente vulnerabili e quelle che, non potendo emergere dalle cartografie utilizzate nel PAI per la mappatura (1:10.000 e 1: 25.000), sono invece da considerarsi a rischio moderato o, addirittura, assente. Capita infatti che emergenze topografiche o linee di flusso delle acque, che alle scale di minor dettaglio non siano evidenziabili, possano essere più facilmente rilevate *in situ* oppure da aerofotogrammetrie a scale 1:5000 o 1:2000 disponibili presso gli uffici tecnici delle amministrazioni comunali.

La base d'appoggio per i calcoli idraulici è costituita dalle sezioni rilevate per il "Progetto dei lavori di sistemazione idraulica del T. Garza ed affluenti di competenza regionale" 1992 redatto dal Geom. Luigi Marino (ex Genio Civile di

Brescia). In primo luogo si è quindi proceduto alla localizzazione delle sezioni sulla carta di dettaglio del Piano Regolatore Generale. È da evidenziare che la planimetria di base a scala comunale fornita su supporto informatico dalla stessa amministrazione è povera di punti rilevati in altimetria e quindi sono state utilizzate le precedenti mappe aerofotogrammetriche in scala 1:2 000. Verificato, in alcuni punti fiduciari, che le quote assolute adottate nelle sezioni fossero sostanzialmente collegabili alle quote della cartografia comunale, si è proceduto al calcolo dei livelli di piena che risultano quindi coerenti alla cartografia dello strumento urbanistico da aggiornare. Si è inoltre verificato che, anche in base a sopralluoghi, le sezioni adottate fossero complete e sufficienti per rappresentare l'intero tratto del T. Garza che interessa il comune di Nave.

Per la determinazione delle portate al colmo, necessarie per lo studio di moto permanente lungo l'asta del T. Garza, si rimanda all'Allegato 2 ove viene definito anche l'idrogramma di piena, per ciascun tratto, al fine di consentire il calcolo dei volumi massimi esondabili.

L'intero tratto del T. Garza è stato suddiviso in tronchi, anche in conformità agli studi passati, e nella Tavola N. 1 sono stati differenziati con diverso colore. Con la stessa suddivisione sono state riportate tutte le sezioni di calcolo nell'Allegato 5. In base ad una prima analisi della geometria delle sezioni è molto utile evidenziare quale di queste siano di limitazione al deflusso delle portate indipendentemente dall'evento considerato. Nella Tabella II.1 si riportano le massime portate che possono transitare senza produrre esondazione nelle sezioni critiche con indicato a fianco il valore della portata ventennale. Come si vede esaminando la Tavola N. 1, tutte le aree a rischio si trovano in corrispondenza di tali sezioni.

N. SEZIONE	TRONCO	Q_{MAX} [m³/s]	$Q_{T=20\ anni}$ [m³/s]
24	II	20	45
30	II	35	45
37	II	30	45
3	III	25	50
5	III	20	50
31	III	40	65
45	III	35	65
4	IV	30	65
6	IV	50	65
8	IV	40	65
10	IV	35	65
16	V	45	65
26	V	50	65

Tabella II.1: Portate massime transitabili nelle sezioni più critiche del T. Garza e portate ventennali stimate. Indice di scabrezza di Strickler assunto Ks = 22 $m^{1/3}/s$ per l'alveo e Ks = 13 $m^{1/3}/s$ nelle aree fuori alveo.

II.2 Tracciamento delle aree esondabili.

Secondo quanto previsto nell'all. 2 della deliberazione regionale cui ci si sta riferendo, al punto 2 viene richiesto il tracciamento delle aree esondabili in base a un criterio geomorfologico basato sull'incrocio tra le quote d'acqua nella rete idrica esondante e la superficie topografica. Il criterio, molto opportuno nelle aree a morfologia incassata, è di difficile applicazione nei tratti di pianura come nel caso della piana di Nave. Il punto di partenza è stato comunque quello di eseguire le analisi del profilo di moto permanente dalla quale è possibile ottenere i livelli per la piena di riferimento (Allegato 2). Nelle sezioni insufficienti il livello di piena supera i limiti della sezione rilevata e quindi tale valore è da considerarsi come un indice dell'insufficienza locale. Difatti solo una modellazione bidimensionale a elevata scala di dettaglio consentirebbe di valutare, in modo più affidabile, l'effettivo tirante idrico nella sezione in esame e sulle aree circostanti. Per tale modellazione, peraltro molto dispendiosa, mancano però sia gli elementi geometrici adeguati (topografie numeriche ad alta risoluzione e precisione) sia quelli idraulici (*in primis* le scabrezze delle svariate superfici progressivamente allagate) sia, importantissima, una adeguata concettualizzazione delle propagazione della piena su aree a geometria complessa (aree urbanizzate, presenza di canali e rilevati, etc..). In effetti la morfologia del terreno ha un ruolo fondamentale nell'analisi di fenomeni spaziali che comunque sono difficilmente rappresentabili con modelli matematici e quindi si è proceduto esaminando le sezioni risultate insufficienti in relazione alle aree circostanti ed operando valutazioni anche qualitative ma che derivano da una presa visione *in situ*.

Il tracciamento delle aree esondabili riportato nelle cartografie allegate al PAI era stato effettuato incrociando l'informazione ottenuta dai calcoli

idraulici con la mappa, in scala 1:10.000, delle aree storicamente vulnerate con la quale si ritrovava una buona corrispondenza. In via generale si può ritiene di poter confermare quanto risulta dalle carte del rischio proposte nel PAI ad eccezione di singolari e limitate aree rispetto alle quali, dalle osservazioni locali e dal passaggio alla cartografia con scale di maggior dettaglio, emergono elementi che possono far ritenere necessaria una ridefinizione parziale delle stesse. I risultati dei calcoli idraulici, e le ipotesi di base adottate, sono riportati negli allegati 2 ÷ 5. In particolare in quest'ultimo è possibile valutare qualitativamente i livelli di piena per le portate ventennali.

In primo luogo, partendo da monte, si evidenzia come sia opportuno inglobare nelle aree a rischio, nelle località Case Rotte e Mitria, anche la ex Strada Statale del Caffaro che, come già detto, risulta di norma la sede preferenziale di deflusso delle piene essendo parallela al T. Garza con limitato dislivello dal fondo alveo e con analoga pendenza. In località S.Cesario si estende, verso monte, l'area a rischio in sponda destra del torrente Garza per un tratto di circa 140 m fino a comprendere la confluenza con il T. Listrea. Il limite di tale area è stato tracciato in base all'andamento plano-altimetrico del lotto compreso fra Via Minera, il canale omonimo e il T. Listrea. La pendenza risulta infatti diretta verso sud-est con valori prossimi al 2%. Per quanto riguarda le aree a rischio idrogeologico molto elevato, nella località Muratello è da segnalare che è stata ridotta l'area in sponda destra a partire dal ponte di Via Sospiri fino al complesso denominato "Molino". Tale riduzione trova riscontro sia da un'analisi delle pendenze locali in sito sia dalla mappa delle esondazioni storiche che vede esclusa questa fascia che diviene comunque il limite nord dell'eventuale esondazione. La presenza del canale Minera può costituire questo limite in quanto la quota dei terreni in sponda destra allo stesso risulta superiore di circa 0.5 m rispetto alla sponda sinistra. Risulta

invece opportuno mantenere nell'area il complesso edilizio compreso fra il ponte sul T. Garza il località Molino e Via Barcella; queste aree risultato più depresse rispetto a quelle del complesso sopraccitato e sicuramente soggette ad esondazione per insufficienza delle sezioni comprese fra la N. 3 e la N. 4 del tronco IV. Per le restanti aree in sponda sinistra in località Muratello si confermano le mappe del PAI e si evidenzia una certa difficoltà nel definire il limite sud dell'eventuale esondazione che risulta quindi opportuno identificare nella Via Muratello. Per quanto concerne la località S. Giuseppe sono state leggermente ridotte le aree in sponda destra appena a valle dello stabilimento "Ex-Busseni"; questo in quanto la via preferenziale di deflusso in caso di piena interessa maggiormente le aree in sponda sinistra caratterizzate da quote inferiori rispetto alle rispettive in sponda destra. In base a queste considerazioni è stato tracciato il limite settentrionale seguendo le pendenze locali e valutando la presenza di muretti di recinzione degli edifici presenti.

Nel Capitolo III si riportano le considerazioni di dettaglio per tutte le aree individuate come "ZONA I" secondo le località indicate nell'allegata Tavola N. 1.

II.3 Confronto tra aree esondabili e aree storicamente vulnerate.

Come richiesto nell'Allegato N.2 della delibera 7/7365 del dicembre 2001 di riferimento, è necessario effettuare un confronto fra le aree indicate come "a rischio" e quelle storicamente vulnerate.

La mappa delle aree realmente vulnerate presa in considerazione era stata gentilmente fornita dal Geom. Marino e dall'Ing. Molari per la redazione del progetto di riferimento, già citato, di "Sistemazione idraulica dei bacini idrografici afferenti al territorio del comune di Brescia" e riporta gli eventi occorsi negli ultimi 15-20 anni. Durante tale periodo si evidenzia l'evento del 1993 ove fu registrata una pioggia di 70 mm in un'ora con un tempo di

ritorno che in base ai dati pluviometrici di alcune stazioni vicine può essere stimato localmente come ultracentenario; significativi furono anche gli eventi del 1990 e del 1992, che hanno prodotto significative esondazioni anche nella parte alta del bacino del T. Garza.

Il confronto fra le aree delimitate dal PAI e la mappa citata evidenzia una totale congruenza della perimetrazione. Nello specifico si sottolinea come la mappa storica delimita aree più ampie a causa anche delle particolari condizioni che accorsero durante i singoli eventi di piena. Si prenda in considerazione, per esempio, che nell'evento del 1992 un veicolo si incastrò sotto il ponte, con sezione già ristretta, in località Case Rotte (sezione 29 tronco II) e quindi l'esondazione nelle aree circostanti e in quelle immediatamente più a valle fu maggiore rispetto a quanto desumibile dall'analisi statistica dell'evento stesso.

Si conferma quindi la scelta operata a suo tempo dalla Regione di indicare come aree a rischio elevato solo quelle che, escludendo singolari circostanze, sono soggette a danni più frequenti ed elevati.

II.4 Corsi d'acqua arginati.

Il quarto aspetto da considerare nella valutazione delle condizioni di rischio è inerente quelle aree che sono soggette a esondazione per sormonto arginale. Siccome nell'intero tratto del T. Garza che attraversa il territorio del Comune di Nave l'alveo non è arginato tale tipo di esondazione non è stato considerato.

Capitolo III ANALISI E QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO

III.1 Definizione del rischio

Considerate le caratteristiche dei tratti di corso d'acqua in grado di esondare, i danni che ci si possono attendere sono soprattutto dovuti alle acque che, fuoriuscite dall'alveo, si propagano lungo vie preferenziali, spesso rappresentate dalla rete stradale, invadendo le superfici ed i manufatti che incontrano e colmando le depressioni presenti (autorimesse interrate, scantinati, aree naturalmente depresse, ecc.).

Superato l'evento di piena, l'acqua defluisce naturalmente dalle superfici più rilevate tramite le reti di coli naturali e/o artificiali, mentre dalle superfici depresse, a parte la frazione che si infiltra o che evapora, essa deve essere asportata tramite interventi meccanici di pompaggio.

Con questa premessa si sottolinea nuovamente che le aree mappate sono quelle che hanno la maggiore probabilità di subire allagamenti in occasione di eventi pluviometrici con tempo di ritorno compreso tra 20 e 50 anni e che, in caso di eventi ancora più intensi, hanno più probabilità di subire i danni più gravi.

Secondo quanto previsto dalle vigenti normative (Relazione generale del PAI) il rischio idrogeologico R su una determinata area viene definito come prodotto di tre termini:

$R=P*V*E$

ove

P è la pericolosità, ovvero la probabilità che si verifichi l'evento idrogeologico di dissesto;

V è la vulnerabilità dei beni esposti, ovvero la percentuale del valore che verrà perduto nel corso dell'evento;

E è il valore dei beni esposti, inteso come valore sociale, economico e ambientale di persone, beni e infrastrutture ubicate nell'area in esame.

Evidentemente nel dare seguito alle norme attuative e alle azioni da intraprendere a seguito della emanazione e approvazione del PAI, le amministrazioni sono tenute a mettere in campo delle attività che comportino sempre una riduzione del rischio R. Ciò può avvenire, quando possibile, tramite la messa in atto di interventi strutturali per la riduzione del valore della pericolosità *P*. Altre volte si potrà intervenire tramite diminuzione della vulnerabilità *V* o del valore dei beni esposti *E*.

Nel caso di Nave, gli interventi strutturali di riduzione del rischio, in termini di riduzione della pericolosità *P*, sono già in gran parte previsti nello studio messo a punto dalla Regione Lombardia e prima ricordato. Inoltre si cita il progetto di "Interventi di difesa del suolo per la riduzione del rischi idraulico" (legge N. 267 del 3 agosto 1998) redatto fino alla fase definitiva di gennaio 2001 dall'Ing. M. Molari (allora Regione Lombardia – Direzione Generale Territorio e Urbanistica) ed ora in fase di predisposizione degli elaborati esecutivi da parte dei progettisti Prof. B. Bacchi e Ing. S. Taccolini.

Si precisa comunque che l'analisi delle aree a rischio si basa sulle attuali condizioni del territorio e sarà compito dell'Amministrazione comunale, come previsto dalle Norme di attuazione del PAI, Elaborato 9, adottato con delibera del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001, prendere in esame un eventuale aggiornamento delle norme che regolano le aree a rischio a seguito della realizzazione delle opere di difesa del territorio.

III.2 Quantificazione del rischio

Si ricorda in questo contesto la definizione delle quattro classi di rischio a gravosità crescente individuate nel D.P.C.M. 29 Settembre 1998 e riprese nelle Norme di attuazione del PAI (art.7):

R1 – moderato, per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;

R2 – medio, per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio- economiche;

R3 – elevato, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio - economiche, danni al patrimonio culturale;

R4 – molto elevato, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio - economiche.

Definire in toto a quale classe di rischio appartiene il territorio del Comune di Nave non è molto significativo in quanto le aree mappate sono piuttosto differenti per ciascuna componente del rischio (P, V, E); quindi di seguito si cercherà di classificarle distinguendo per località. Come è evidente tale classificazione va ben oltre le procedure richieste dal "Metodo semplificato" di cui all'Allegato 2 D.G.R. N. 7/7365 ma ci si rende conto che solo attraverso una dettagliata analisi è possibile definire e distinguere ciascuna area in base alla propria classe di rischio, e quindi fornire le indicazioni per norme di uso del suolo che siano concrete e realistiche.

III.3 Analisi delle aree a rischio nel Comune di Nave

Si analizzano nel seguito le condizioni di rischio delle singole aree suddivise per località, evidenziando, in termini quali-quantitativi, la pericolosità, la vulnerabilità ed il valore dei beni esposti di ciascuna di esse.

III.3.a Località Case Rotte

La prima area a rischio si trova in prossimità delle sezioni 22 – 23 II ove il fondo alveo è molto superficiale ed in prossimità della leggera curva a destra in oggetto la corrente ha eroso, in sponda destra, parte della banchina stradale. Inoltre le condizioni della sponda sinistra sono critiche pur non gravando su edifici o particolari strutture. Come già previsto nei progetti in fase di sviluppo e già citati, un abbassamento complessivo del fondo alveo, a partire dalla traversa nella sezione 24 risalendo a monte, ed un ripristino e protezione della sede stradale con un consolidamento della sponda sinistra sicuramente abbasserebbero il livello di rischio.

In corrispondenza della sezione 28 – II si trova un ponte privato di sezione assai limitata che causa il rigurgito della corrente e di conseguenza l'esondazione in sponda sinistra interessando l'abitazione e i gli edifici ad uso produttivo "Busseni". In sponda destra l'esondazione interessa la ex Strada Statale del Caffaro che divine via preferenziale di scorrimento della corrente con elevate velocità rendendo a rischio le prime aree depresse disponibili in prossimità della Mitria. Vi è inoltre da sottolineare che la S.S. N. 237, da Nave, rappresenta la principale via di comunicazione per il comune di Caino che altrimenti dovrebbe utilizzare la stessa strada ma da Sant'Eusebio ove le condizioni stradali ed il tracciato sono sicuramente inopportuni per un traffico anche di emergenza.

Sempre in località Case Rotte si trovano altre due aree di limitata estensione che anch'esse con destinazione "attività produttive di ristrutturazione – cartiere".

In complesso le aree citate possono essere classificabili come a **rischio elevato** in quanto soggette a danni alle infrastrutture (strada) con conseguente inagibilità e interruzione delle attività economico-produttive. Ciò corrisponde all'esperienza storica delle piene occorse all'inizio degli anni '90 e ricordate nei capitoli precedenti.

III.3.b Località Mitria

Come precedentemente accennato, una prima possibilità di esondazione delle aree in località Pieve Vecchia è rappresentata dall'afflusso proveniente dalla strada del Caffaro il cui tracciato planimetrico, in prossimità della sezione 47-II, subisce una curva facendo riversare le acque nelle aree di valle sia in sponda destra che in sponda sinistra del T. Garza. Inoltre il ponte in prossimità della sezione 4-III determina una restrizione con conseguente rigurgito della corrente a monte. Si evidenzia inoltre che tutto l'abitato a valle del ponte risulta in un'area facilmente allagabile con elevati battenti, dell'ordine anche del metro, e con considerevoli velocità dovute alla presenza di vicoli interni oltre alla stessa strada statale. Per quanto concerne l'area a monte del ponte è classificabile come area a **rischio elevato**. Al fine di mitigare il rischio almeno in sponda destra in corrispondenza delle abitazioni si prenda in considerazione l'adeguamento della protezione in spondale con l'innalzamento della stessa anche a proseguimento di un esistente muro in C.A. Sicuramente il rifacimento del ponte garantirebbe anche una riduzione del rischio per le aree appena a valle che possono essere invece classificate come a **rischio molto elevato**. Tale quantificazione sull'area a valle deriva sia da una maggior probabilità di accadimento di un evento che ne determini l'esondazione, sia a causa delle lesioni gravi alle persone che si possono avere a causa dell'elevato tirante idrico unito alla presumibile forte velocità della corrente.

Per quanto riguarda la destinazione d'uso urbanistica, come si evince dalla Tavola 2C, non vi sono particolari evidenze da sottolineare in quanto le aree per insediamenti sono già complete mentre le aree libere risultano compatibili in quarto aree boschive di salvaguardia ambientale e di protezione idrogeologica.

III.3.c Località S. Cesario

La presenza del ponte storico S. Cesario, in prossimità della sezione 31-III, determina il rigurgito della corrente e l'esondazione delle aree a monte con notevoli tiranti a causa della sezione idrica assai limitata. Per la valutazione di tali condizioni al variare della portata si rimanda all'Allegato 3: Tabelle riassuntive di insufficienza delle sezioni. Il rigurgito della corrente risale a monte fino ad interessare la confluenza del T. Listrea che ne risulta quindi aggravata. Ciò determina la possibile esondazione delle aree circostanti già a partire dalla sezione 26-III. A valle del ponte l'esondazione interessa maggiormente i terreni in sponda destra in quanto più depressi. In complesso l'area può essere classificabile come a **rischio elevato** in quanto si possono presentare problemi per l'incolumità delle persone oltre ai danni agli edifici, alle infrastrutture (come, ad es. la nuova strada in sponda destra) e al ponte stesso che rappresenta un patrimonio culturale. Si sottolinea comunque la disponibilità di spazio offerta dai terreni agricoli circostanti che consentono una vasta area per l'esondazione riducendo di fatto la velocità della corrente oltre al battente stesso. Dall'analisi dell'azzonamento del PRG, Tavola N. 2B, emerge la presenza di due aree con destinazione B2, residenziali di completamento, che non sono pienamente compatibili con l'area a rischio se non mettendo in opera gli accorgimenti e le limitazioni riportate nel prossimo capitolo (si veda § IV.2). Le rimanenti aree sono sostanzialmente destinate a verde privato, zone agricole o parco e aree produttive esistenti.

La presenza, inoltre, di due abitazioni proprio a ridosso del ponte S. Cesario implica una puntuale fonte di rischio anche molto elevato. Gli stessi proprietari sono ben consci di questo in quanto volutamente hanno lasciato i segni sulle pareti esterne del piano seminterrato dell'ultima piena. Le possibili mitigazioni del rischio sconsigliano comunque l'abbattimento del ponte in ragione del suo valore storico e artistico. L'obiettivo può essere raggiunto piuttosto tramite la realizzazione di un canale diversivo con derivazione in sponda destra posta poco a valle della confluenza con il T. Listrea, in prossimità della sezione N. 29-III (si veda Tavola N. 2B). Tale canale di by-pass alleggerirà l'alveo principale nel tratto critico in prossimità del ponte storico e restituirà le portate derivate al T. Garza a valle del Ponte di San Cesario in prossimità della sezione N. 33-III. Tale opera dovrà essere dimensionata per portate almeno con tempo di ritorno pari a 50 anni e quindi con sollecitazioni maggiori rispetto a quelle prese in considerazione per codesto studio. In particolare l'evento critico di progetto sarà assunto in base alle indicazioni della competente Struttura e Sviluppo del Territorio (sede di Brescia) della Regione Lombardia. Come prima indicazione si può assumere, per eventi con tempo di ritorno compresi tra 50 e 100 anni, una portata critica del T. Garza chiuso al Ponte di San Cesario prossima a 85 [m^3/s] dei quali almeno 47-50 [m^3/s] dovranno essere trasportati dal canale di by-pass. Tale indicazione numerica non è certo esaustiva per definire l'opera in quanto comunque, solo in fase progettuale, si potrà valutare meglio la partizione delle portate e l'effetto di rigurgito dovuto alla reimmissione delle portate derivate. Tale rigurgito dovrà essere compatibile con i franchi di sicurezza e le sezioni idrauliche in prossimità dello stesso ponte. Tuttavia, a seguito della realizzazione e collaudo delle opere riguardanti un opportuno canale di by-pass, l'area a rischio elevato potrà essere riclassificate come a rischio medio.

III.3.d Località Muratello

Il tratto del T. Garza che parte dal ponte di Via Fucina verso valle fino alla Via Muratello risulta globalmente insufficiente a contenere le portate cinquantennali e, per lo più localmente, le ventennali. Inoltre la passerella in prossimità della sezione 47-III determina un restringimento della sezione con conseguente sopralzo del livello idrico di monte con esondazione in sponda destra. In prossimità della sezione 4-IV vi è una salto di fondo, ma le sezioni immediatamente a monte sono insufficienti a contenere la portata che, a causa del salto, transita con livelli idrici prossimi a quello di stato critico. I battenti superiori ai limiti arginali sono qui, in modo particolare, difficilmente calcolabili. La morfologia del terreno e delle aree circostanti ricopre qui più che mai un ruolo fondamentale per la determinazione delle aree a rischio. Il tracciamento riportato in dettaglio in Tavola N. 2B scaturisce anche dal confronto con le mappe delle esondazioni storiche citate. Definire difatti dove l'esondazione termina nella stessa località di Muratello è assai difficile data anche la presenza delle strade interne con pendenza favorevole alla propagazione dell'esondazione verso la zona artigianale a sud.

A valle del salto le sezioni risultano nuovamente insufficienti in maggior misura in sponda sinistra, in particolare in prossimità delle sezioni N. 8-9 del tratto IV ove peraltro si trova il depuratore più volte allagato. Le aree a rischio, quindi a partire dalla sezione 44-III alla 8-IV, possono essere classificate come a **rischio elevato,** data l'insufficienza globale e considerata l'urbanizzazione presente ed i possibili danni.

Per aumentare la capacità di deflusso del T. Garza si ritiene opportuno eliminare o ridurre il salto citato e riprofilare l'alveo per l'intero tratto di monte fino alla località Sospiri con una pendenza maggiore rispetto a

quella attuale. Sarà quindi necessario rifare l'attraversamento del canale Minera a mezzo di una nuova tomba a sifone.

In base alle destinazioni urbanistiche riportate nella Tavola N. 2A emerge una incompatibilità di previsione dello strumento urbanistico, con il "**P.A.o**.", rispetto alle aree a rischio. Il citato piano attuativo si trova infatti proprio a ridosso delle sezioni citate dove senza alcun dubbio si hanno esondazioni. Si sottolinea come l'attuazione degli interventi sopra riportati, semplici e tutto sommato economici rispetto ai benefici attesi, significherebbe l'eliminazione di gran parte delle aree a rischio in località Muratello svincolando completamente anche il piano P.A.o.

Per l'area destinata a **"parco – gioco – sport"** a valle del ponte Sospiri, in sponda destra, oltre alle norme di cui al § IV.2, si suggerisce di adottare soluzioni, per la realizzazione di un gazebo o simili, rialzate di almeno 50 cm rispetto alla quota media del terreno; meglio ancora se la struttura viene ubicata su una emergenza topografica di qualche metro più alta rispetto alla sponda fluviale. Tale struttura non dovrà essere comunque destinata all'occupazione permanente da parte di persone.

Anche il **"P.A.7/4"**, nella parte marginale in sponda sinistra, non è compatibile con la perimetrazione delle aree a rischio anche se bisognerà prendere in considerazione le reali proposte attuative per valutare se è prevista la realizzazione di nuovi fabbricati.

Più a valle il Torrente Garza è costretto ad un andamento sinuoso abbastanza stretto al fine di evitare i territori occupati dalle aree industriali. A seguito di eventi di piena la brusca variazione di direzione della corrente in prossimità della sezione N. 1-V causa la variazione di energia cinetica in potenziale con conseguente aumento dei livelli idrici ed esondazione dei terreni di valle in sponda sinistra delimitati, all'altra estremità, dal rilevato stradale di Via Edison. Probabilmente i valori di tali

battenti sono limitati e più correttamente calcolabili in base ai massimi volumi esondabili; risulta comunque opportuno includere tali aree fra quelle a rischio classificandole come a **rischio medio**. La destinazione urbanistica di questa area risulta pienamente compatibile essendo area "agricola normale".

III.3.e Località S.Giuseppe

Prima che il T. Garza lasci il territorio di Nave per entrare in quello di Bovezzo, vi sono altri due punti critici per il passaggio delle portate. Il primo è costituito dalla passerella fra le sezioni 21 e 22 – V ed il secondo dal ponte di S. Giuseppe fra le sezioni 23 e 24 –V. Il rigurgito della corrente causa l'esondazione nelle aree più depresse a partire dalla sezione 16- V fino alla sezione 30-V. Il valore del tirante al di sopra del limite arginale, vedi § Allegato 3, in queste sezioni risulta considerevole ma si propongono valori più modesti in relazione all'estensione delle aree con il volume massimo esondabile.

Per la mitigazione del rischio si propone l'abbattimento del ponte, e la sua sostituzione, e un ampliamento generale dell'alveo per tutto il tratto interessato fino al confine con il Comune di Bovezzo, considerata anche la disponibilità di aree in sponda sinistra.

Le destinazioni urbanistiche del P.R.G sono compatibili con la mappatura in quanto sono presenti solo aree per attività produttive esistenti, per attrezzature al servizio delle stesse e una area residenziale di completamento a media densità. Le rimanenti aree sono agricole.

Data la presenza di, seppur poche, abitazioni ad uso civile proprio in prossimità del ponte di Via S. Giuseppe l'area può essere globalmente classificata come a **rischio elevato**.

Capitolo IV COMPATIBILITÁ DELLE PREVISIONI DEL P.R.G.

In attesa che vengano realizzati gli interventi atti a rimuovere le situazioni di rischio idraulico nel territorio di Nave, si è resa necessaria una verifica delle previsioni dello strumento urbanistico all'interno del perimetro del centro edificato.

Nelle Tavole N.2A-B-C *Aggiornamento del Piano Regolatore Comunale*, realizzate in scala 1:2.000 sono riportati sia l'azzonamento previsto dal P.R.G. sia la delimitazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato secondo la legenda ed il colore del P.A.I.. La perimetrazione interessa una buona parte del centro edificato di Nave.

Considerato che le aree classificate a rischio idrogeologico molto elevato hanno una elevata probabilità di subire allagamenti in occasione di eventi pluviometrici con tempo di ritorno ultra ventennale, è indispensabile che i proprietari delle aree e i residenti siano informati della presenza di tale rischio, oltre a quanto previsto dall'art.18 comma 7 delle Norme di Attuazione del PAI.

Definite, analizzate e classificate le singole aree per località, si procede ora all'elencazione delle prescrizioni e dei possibili accorgimenti suddivisi per classe di rischio.

Le indicazioni per un adeguamento dello strumento urbanistico e delle norme attuative derivano sia dalle indicazioni particolareggiate già elencate nel Capitolo III sia da quelle di seguito illustrate. Allo scopo si tenga presente la classificazione dei rischi effettuata nel Capitolo III e riportata, a titolo riassuntivo, nella seguente tabella:

LOCALITÀ	CLASSE DI RISCHIO
Case Rotte	elevato
Mitria	
A monte del ponte	elevato
A valle del ponte	molto elevato
S. Cesario	elevato
Muratello	
A monte (da 44-III a 8-IV)	elevato
A valle (da 8-IV a 8-V)	medio
S.Giuseppe	elevato

Tabella IV.1: Classificazione delle aree a rischio nel Comune di Nave.

IV.1 Misure atte alla mitigazione del rischio medio (classe R2)

Tali aree possono essere considerate urbanizzabili ma con accorgimenti costruttivi che impediscano danni alle persone e limitino quelli alle strutture.

Non è possibile elencare tutti gli accorgimenti che consentano la compatibilità dell'uso del suolo con il rischio idrogeologico medio. Ogni intervento che implichi una possibile variazione all'attuale condizione di rischio dovrà essere valutata dall'Amministrazione a seguito di una **relazione idraulica** specifica sul caso in oggetto. Tale procedura dovrà essere attuata anche per l'utilizzo come stoccaggio, parcheggio o magazzino di aree esterne al centro edificato. Al fine di avere

un'indicazione degli accorgimenti più generali si rimanda quanto contenuto della D.G.R. N. 7/7365 Allegato 3.

IV.2 Misure atte alla mitigazione del rischio elevato (classe R3)

Dato che la quasi totalità delle aree mappate ricadono in questa classe di rischio si distinguono le norme da applicare alle costruzioni esistenti, alle nuove costruzioni e alle aree esterne al centro edificato.

Per le costruzioni esistenti, dovranno essere inserite nelle N.T.A. del P.R.G. le limitazioni d'uso del suolo di seguito indicate.

1) Nelle aree in oggetto viene vietata la realizzazione di nuovi corpi interrati (autorimesse, cantine, etc.). Deroghe a questa prescrizione possono essere fatte adottando opportune misure di salvaguardia che comportino la messa in opera di rilevati di protezione la cui entità va definita da apposita relazione tecnica di accompagnamento. Chi intenda usufruire di questa deroga deve comunque attenersi alle norme previste per le nuove costruzioni: firmare un documento liberatorio nei confronti dell'Amministrazione Comunale in merito a potenziali danni che i corpi interrati potranno subire e stipulare idonea assicurazione per danni a beni e persone derivanti da esondazioni. Tale prescrizione si applica ad ogni trasferimento di proprietà.

2) I piani terra e quelli interrati dovranno avere una destinazione d'uso compatibile con la possibilità di allagamento. Di conseguenza ogni variazione di destinazione d'uso dei piani terreni e/o interrati può essere accettata solo se questa comporta una riduzione del valore dei beni esposti e/o una diminuzione della vulnerabilità. Quindi non saranno consentiti cambi di destinazioni d'uso che comportino un aumento del carico insediativo.

3) Per ridurre la vulnerabilità, gli impianti interni (elettrici, idrici, etc,.) devono essere impostati in modo tale da ridurre, o comunque non aumentare, la vulnerabilità. Ad esempio per i piani terra le prese di corrente e le canaline siano situate oltre il metro di altezza da terra. I motori elettrici (lavatrici, lavastoviglie, macchine industriali, ecc.) andranno opportunamente sollevati da terra. Gli scarichi fognari devono essere attuati in modo da evitare rigurgiti dalle potenziali esondazioni, e, in generale, tutta l'impiantistica va curata in modo da ridurre i malfunzionamenti e i pericoli per i residenti.
4) Il ricovero delle autovetture, al piano terreno, viene consigliato su rampa sollevata di alcune decine di centimetri sul livello del terreno.
5) La messa in sicurezza degli interrati e dei piani terra esistenti potrà avvenire anche tramite interventi localizzati in corrispondenza delle potenziali vie d'accesso delle acque all'edificio (finestre a raso, bocche di lupo, porte, scivoli dei garages, etc.).
6) Sia per gli edifici esistenti che per quelli nuovi non è consentita la realizzazione di un'arginatura globale della proprietà che comporti una totale eliminazione dell'area esondabile.
7) Sono consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
8) È possibile eseguire interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lett. a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume;
9) Eventuali modifiche d'uso degli edifici devono prevedere sistemi per una facile evacuabilità delle aree esondabili anche in corso di evento.

Per le nuove costruzioni si pone il problema dell'incremento del rischio connesso all'aumento dei beni esposti, *E*. Di conseguenza occorrerà dare seguito a indicazioni che possano consentire di non alterare il valore *E*

stesso. Per quanto si è potuto finora accertare, anche in base a esperienze estere, l'unica via che consente, dal punto vista dell'Amministrazione, una invarianza del valore dei beni esposti è costituita da forme di assicurazione obbligatoria. Chi intenda operare nuove costruzioni deve perciò firmare un documento liberatorio nei confronti dell'Amministrazione Comunale in merito a potenziali danni che i piani terreni potranno subire e deve stipulare idonea assicurazione per danni a beni e persone derivanti da esondazioni. Queste prescrizioni si applicano ad ogni trasferimento di proprietà.

Su questo punto, ovvero sul potere liberatorio di una dichiarazione 'liberatoria' e di una assicurazione, sarebbe opportuno acquisire un parere legale. Infatti non è chiaro, allo stato delle cose, se effettivamente in questo modo si rispettano i criteri della legge (che mira alla riduzione del rischio) oppure se comunque, all'atto della concessione delle licenze edilizie, si determina una automatica assunzione di responsabilità inderogabile da parte dell'Amministrazione Comunale.

Comunque le N.T.A. dovranno contenere le prescrizioni per nuove costruzioni unitamente alle specifiche costruttive di seguito elencate:

- non sarà possibile realizzare nuovi corpi interrati;
- i piani abitabili dovranno essere posti ad una quota superiore, con franco di almeno 50 cm, al livello di piena centenario che dovrà essere calcolato, per la zona di specifico interesse, in apposita relazione da fornire all'Amministrazione Comunale a firma di tecnici abilitati. Si sottolinea che i livelli di piena stimati per la definizione delle Zone I sono relativi a tempi di ritorno compresi fra i 20 ed i 50 anni;
- per i locali accessori posti al piano campagna essi dovranno essere dotati di aperture stagne da certificare all'amministrazione comunale all'atto della rihiesta di agibilità;

- gli impianti tecnologici relativi al piano terra, sia abitabile rialzato che accessorio, dovranno essere realizzati dall'alto verso il basso con prese ad almeno 0.5 m dal piano di calpestio e realizzate a tenuta nei confronti di possibili contatti con l'acqua;
- al piano terra dell'eventuale locale accessorio, internamente, non potranno essere stoccati materiali pericolosi o infiammabili;
- sulle aree esterne di pertinenza delle abitazioni non potrà essere stoccato alcun materiale, di qualsiasi genere e non solo pericoloso, data il possibile rischio di trasporto a seguito di una esondazione;
- il rivestimento dei muri perimetrali del piano terra dovrà essere realizzato per il primo metro con materiale non erodibile quale pietra, calcestruzzo con aggiunta di plastificanti impermeabilizzanti, rivestimenti plastici a spessore resistenti alle abrasioni. I serramenti delle aperture del piano terra dell'eventuale locale accessorio dovranno essere, oltre che stagni, anche protetti con rivestimenti metallici o realizzati in materiali plastici resistenti all'erosione della corrente.
- Le fondazioni dovranno essere protette adeguatamente quindi l'estradosso delle stesse nel lato esterno all'edificio dovrà essere ribassato per almeno 60 cm rispetto al piano viabile. Resta comuqnue l'obbligo di effettuare indagini ad hoc volte a definire le proprietà del terreno sia in termini di portanze che nei confronti di possibili deflussi subsuperficiali.

Relativamente alle misure di salvaguardia per la mitigazione del rischio di danni a beni e strutture e/o per consentire la facile evacuazione dell'area inondabile, ciascun intervento, sia per le nuove costruzioni che per quelle esistenti, dovrà essere corredato da apposita relazione tecnica idraulica firmata da tecnici abilitati.

Per le aree esterne al centro edificato si confermano le norme al Titolo IV art. 51 comma 3.

IV.3 Misure atte alla mitigazione del rischio molto elevato (classe R4)

Data la limitata estensione dell'area a rischio molto elevato, a valle del ponte della Mitria, è necessario vincolare tale area nei confronti di qualsiasi nuova costruzione. Non sarà quindi consentita la costruzione di nuovi edifici. Anche la forma assicurativa di fronte all'inestimabile perdita di vite umane non risulta sufficiente nemmeno per preservare il ruolo giuridico dell'Amministrazione.

In tali aree, esterne ed interne al centro edificato, si recepiscono quindi le prescrizioni contenute nell'art. 3 Titolo IV delle Norme di Attuazione del PAI. Saranno consentiti esclusivamente:

1) gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
2) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lett. a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume;
3) gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso;
4) 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, purchè 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 d'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;

5) gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
6) gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.

IV.4 Misure per la tutela delle infrastrutture viarie

Data la presenza della S.S. N. 237 e considerato il ruolo fondamentale rivestito dalla stessa in relazione al rischio idrogeologico molto elevato si rimanda all'art. 53 al Titolo IV delle Norme di attuazione del PAI. Si suggerisce a codesta Amministrazione di chiedere alla Regione e all'Ente competente di inserire il tratto del Strada del Caffaro, che interessa le località Case Rotte e Mitria, all'interno dell'elenco delle infrastrutture soggette a approfondimenti conoscitivi e progettuali per la definizione degli interventi atti alla mitigazione del rischio.

Bergamo, dicembre 2003

(aggiornamento settembre 2005)

Prof. Ing. Baldassare Bacchi

Dott. Ing. Sergio Taccolini